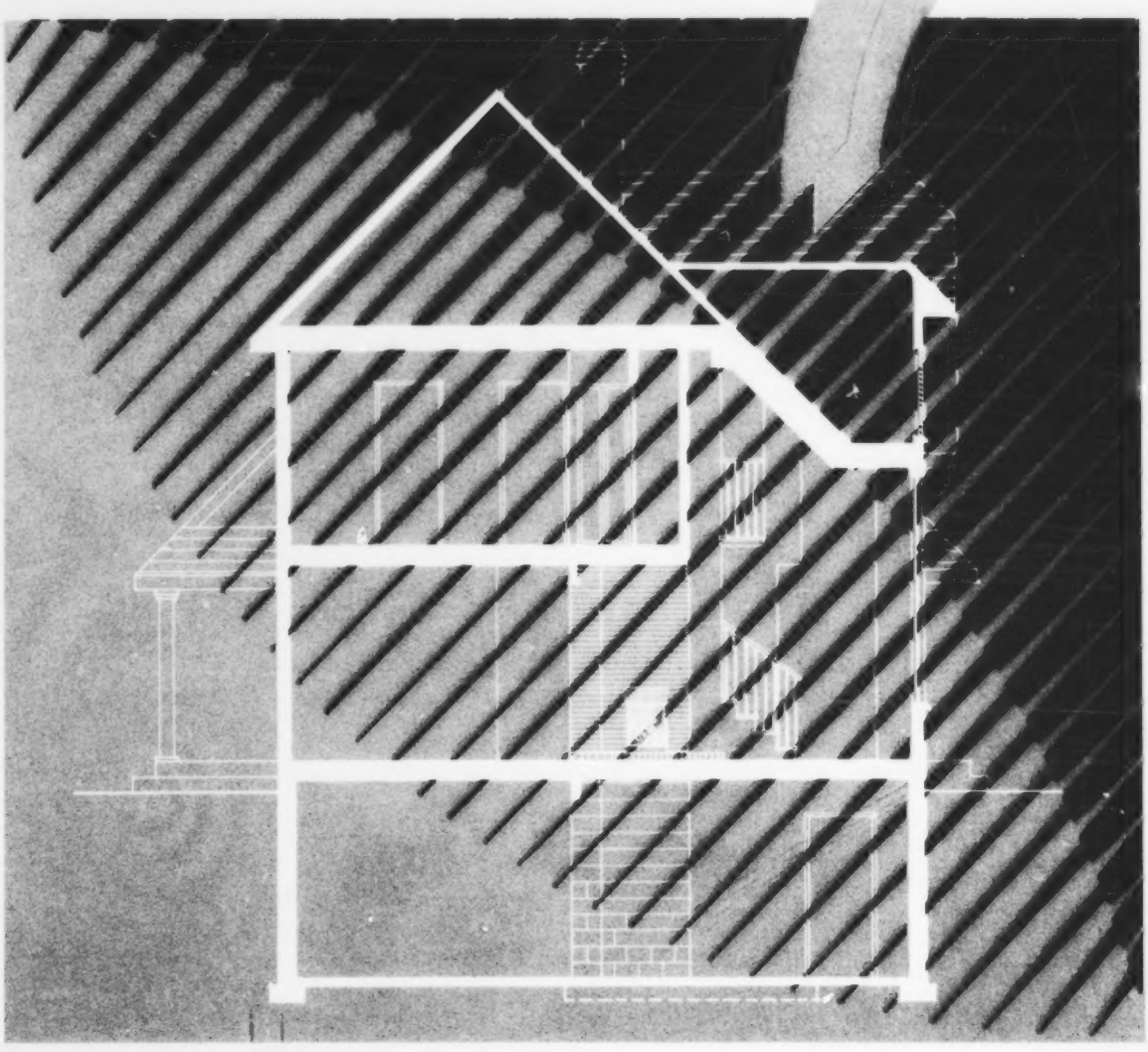
Société canadienne d'hypothèques et de logement
Canada Mortgage and Housing Corporation

4,00 $

MODÈLES DE MAISONS SOLAIRES PASSIVES pour le Canada



Canada

Question habitation, comptez sur nous

LNH 6164

MODÈLES DE MAISONS SOLAIRES PASSIVES pour le Canada

Rapport rédigé par Allen Associates
de Toronto et Marbek Resource
Consultants d'Ottawa (Ontario)

Agent de projet de la SCHL :
Fanis Grammenos,
Division de la recherche

This publication is also available
under the title *Passive Solar House
Designs for Canada*.

91-02115/

L'information contenue dans cette publication correspond aux résultats actuels de la recherche accessibles à la SCHL et soumise à l'examen d'un large éventail de membres de l'industrie du logement. La Société décline toutefois toute responsabilité quant aux dommages, blessures ou dépenses que pourrait entraîner l'utilisation de cette publication.

©Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1989

ISBN: 0-660-92715-2
N° au Cat. : NH15-41/1989F

Imprimé au Canada
Produit par le Centre des relations publiques

Table des matières

Introduction 1

Avantages des modèles de maisons solaires passives 1
Comment utiliser ce manuel 1

Partie un : PRINCIPES RÉGISSANT LA CONCEPTION DE MAISONS SOLAIRES PASSIVES

1. Principes 2

Rayonnement solaire 2
Apport solaire à la charge thermique 3
Éléments des systèmes solaires passifs 3
Intégration des éléments 5
Outils de conception 5
Sommaire 5

2. Captage de la chaleur solaire 6

Gains nets et orientation 6
Oscillations de température 8
Ombrage en hiver 8
Ombrage en été 9
Gains solaires directs 9
Gains solaires indirects 10
Types d'ouverture et emplacement 11
Choix des fenêtres 11
Types de dormant de fenêtre 12
Sommaire 13

3. Distribution de la chaleur solaire 14

Lumière du jour et gains directs 14
Convection naturelle 15
Circulation d'air forcée 16
Choix du débit d'air nécessaire 16
Ventilation 17
Sommaire 17

4. Stockage de la chaleur solaire 18

Matériaux de stockage thermique 18
Emplacement des matériaux de stockage 20
Stockage assisté mécaniquement 20
Stockage assisté par thermopompe 21
Sommaire 21

5. Conception intégrée 22

Disposition intérieure des lieux 22
Intégration du captage, de la circulation et du stockage 23
Installations de chauffage, de refroidissement et de ventilation 23
Enveloppe éconergétique 23
Conception assurant le confort - Liste de vérification 23
Sommaire 24

Information supplémentaire sur les outils d'analyse thermique 25

Partie deux : MODÈLES DE MAISONS SOLAIRES PASSIVES

Modèles 26

Maisons individuelles - Modèles 1 à 10 32

Maisons jumelées - Modèles 11 à 17 52

Maisons en bande - Modèles 18 à 24 66

Bibliographie 80

Partie un : PRINCIPES RÉGISSANT LA CONCEPTION DE MAISONS SOLAIRES PASSIVES

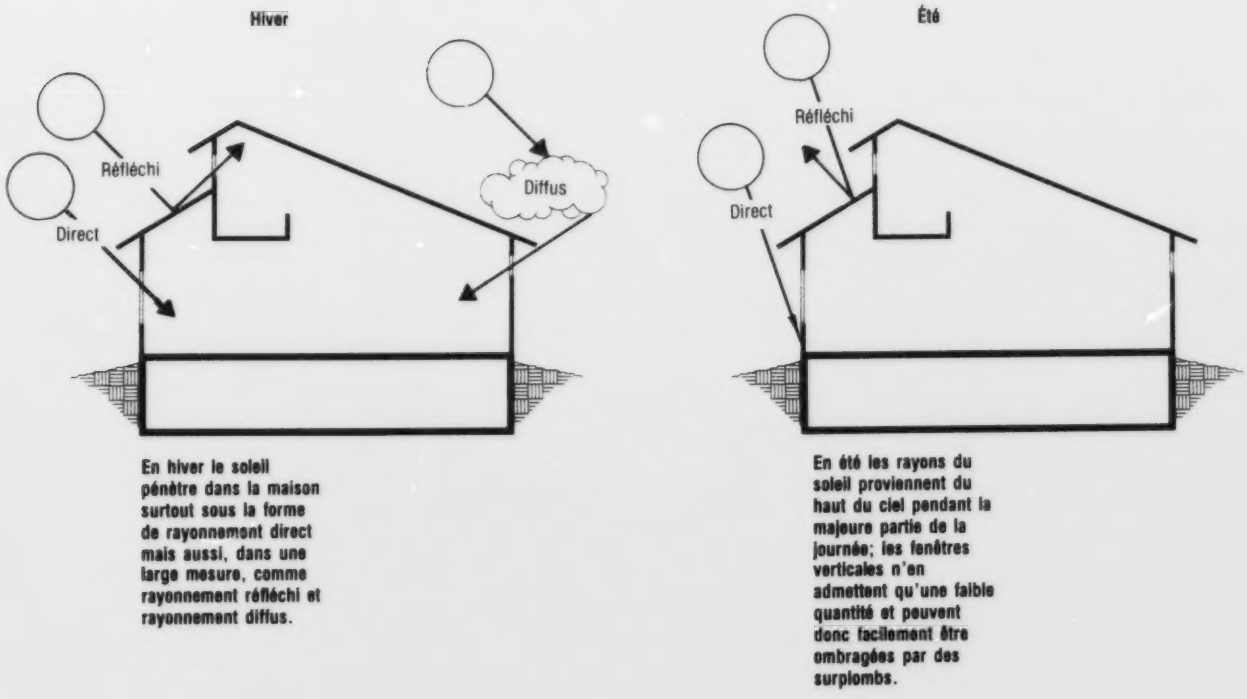
1. Principes

L'architecture solaire passive ouvre de nombreuses possibilités pour l'aménagement de grandes fenêtres, de serres ou encore de solariums. Pourtant, une maison solaire passive bien conçue s'avère considérablement plus complexe et efficace qu'un simple bâtiment disposant de grandes surfaces vitrées exposées au sud. Elle offre un cadre de vie confortable, attrayant, et même luxueux, et met à profit l'énergie solaire pour le chauffage et l'éclairage, tout en réduisant les achats d'énergie. Par contre, une telle maison mal conçue se révélera inconfortable en raison de l'éblouissement et des fluctuations de température extrêmes, et fera même augmenter les frais de chauffage. Il importe donc de bien saisir les principes régissant les maisons solaires passives au moment d'en concevoir ou d'en choisir une.

Rayonnement solaire

Quiconque s'assied près d'une fenêtre exposée au sud par une froide journée d'hiver ressent les effets du chauffage solaire passif. L'énergie solaire traverse le verre sous forme de radiations de courtes longueurs d'ondes. La lumière qui frappe un objet opaque est absorbée, puis convertie en chaleur. En hiver, comme le soleil est bas, les rayons frappent les fenêtres verticales à un angle de près de 90 degrés, de sorte que la lumière pénètre profondément dans la maison. En été, quand tout surplus de chaleur est à éviter, très peu de lumière directe est admise par une fenêtre verticale exposée au sud, puisque le soleil est haut dans le ciel. La maison peut donc profiter de l'énergie solaire en hiver, lorsqu'elle en a besoin, sans toutefois surchauffer en été. (Voir la figure 1.)

Figure 1 Rayonnement solaire



En hiver le soleil pénètre dans la maison surtout sous la forme de rayonnement direct mais aussi, dans une large mesure, comme rayonnement réfléchi et rayonnement diffus.

En été les rayons du soleil proviennent du haut du ciel pendant la majeure partie de la journée; les fenêtres verticales n'en admettent qu'une faible quantité et peuvent donc facilement être ombragées par des surplombs.

Le rayonnement **direct** fournit généralement la plus grande partie de la chaleur utilisable, mais le rayonnement **diffus** d'une journée nuageuse et la lumière **réfléchie** sur la neige qui entoure la maison représentent également de l'énergie utile.

Apport solaire à la charge thermique

La plupart des maisons sont en partie chauffées par le soleil. La quantité de chaleur solaire fournie pendant la saison de chauffe est appelée **apport solaire à la charge thermique** ou **fraction de chauffage solaire**. Cet apport solaire s'exprime en pourcentage de la **charge de chauffage totale** du bâtiment pour une même période. Les frais de chauffage correspondent à la différence entre la charge de chauffage totale (moins les gains de chaleurs de sources internes comme les occupants, les appareils d'éclairage et les électroménagers) et l'apport solaire.

L'apport solaire peut servir à évaluer une maison à l'étape de la conception. Comme l'indique la figure 2, il est théoriquement possible d'obtenir un apport solaire de près de 100 p. 100, mais, en pratique, c'est infaisable étant donné l'état actuel de la technologie. L'utilisation d'à peu près le quart de l'énergie disponible constitue un objectif réalisable, la moitié environ de l'énergie solaire se perdant à cause de la réflexion et de la mauvaise transmission à travers le verre, et la moitié de ce qui reste, disponible dans les périodes où elle est superflue, ne pouvant être stockée. L'apport solaire annuel type pour une maison à chauffage solaire passif se situe entre 25 et 40 p. 100, car il est limité par le climat, l'efficacité thermique des fenêtres et la capacité de stockage de la maison. Il s'agit là de pourcentages relatifs; ainsi, les frais de chauffage d'une maison subissant des pertes thermiques annuelles élevées seront supérieurs à ceux d'une maison dont les pertes sont moindres, même si une plus grande proportion du chauffage de la première provient du soleil. La performance énergétique globale d'une maison importe plus, en définitive, que l'apport solaire.

Figure 2 Surface vitrée orientée au sud nécessaire pour recevoir 40 GJ d'énergie solaire pendant la saison de chauffe

Endroit	Surface (m^2)
Winnipeg	14,1
Swift Current	14,6
Edmonton	14,9
Fredericton	16,0
Ottawa	16,1
Halifax	17,4
Montréal	17,4
Charlottetown	17,4
Toronto	18,9
St. John's	22,0
Vancouver	23,2

La plupart des modèles décrits dans ce manuel ont une charge thermique annuelle de 40 GJ (gigajoules). Ce tableau indique les dimensions d'ouverture solaire nécessaires pour recevoir 40 GJ dans différents endroits. Dans les faits, seule une partie du rayonnement incident est utilisable, étant donné les pertes attribuables à la transmission par le verre, à la réflexion sur les surfaces intérieures et à la capacité de stockage limitée.

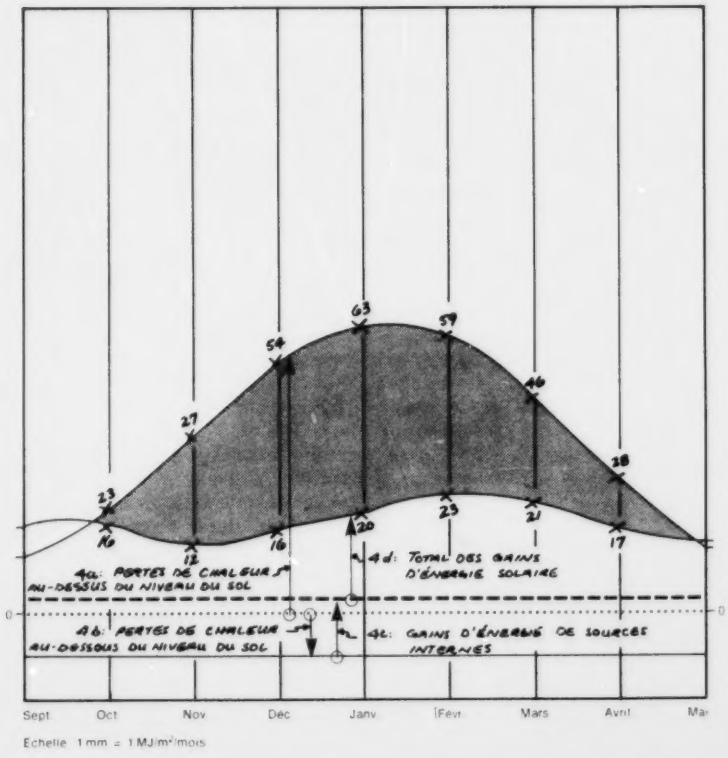
Éléments des systèmes solaires passifs

Un système solaire passif comprend quatre composantes principales : captage de l'énergie solaire, distribution de la chaleur, stockage de la chaleur et conservation de l'énergie.

1. **Captage de l'énergie solaire** : Le but visé consiste à choisir le genre de vitrage ainsi que l'orientation et l'emplacement des fenêtres qui se traduiront par des économies d'énergie intéressantes. Une fenêtre exposée au sud admet de l'énergie solaire à l'intérieur, mais elle laisse également échapper de la chaleur. Les fenêtres traditionnelles sont de piètres isolants. Dans la conception de maisons solaires passives, on doit avoir recours à des vitrages et à des orientations qui produisent un gain net; en d'autres termes, les gains solaires doivent dépasser les déperditions thermiques par les fenêtres pour une saison de chauffe complète. Lorsque la circulation de l'air chaud et le stockage thermique permettent de tirer parti des gains de chaleur solaire, une fenêtre qui assure un gain net se comporte mieux qu'un mur bien isolé.

   Au delà d'un certain point, l'ajout de vitrages orientés au sud n'améliorera pas le comportement d'une maison solaire passive. Comme tout bâtiment, elle ne peut utiliser qu'une certaine quantité de chaleur solaire et, si cette quantité est dépassée, ses occupants auront peut-être trop chaud le jour et trop froid la nuit. En outre, une trop grande surface vitrée au sud peut faire augmenter les frais de chauffage. Cependant, les fenêtres ne font pas qu'admettre la chaleur, elles laissent également pénétrer la lumière du jour, assurent la ventilation, offrent un cachet architectural et permettent de cultiver des plantes d'intérieur. Lorsque la surface de vitrage excède ce qui est nécessaire au captage de l'énergie solaire, il faut veiller à sauvegarder le confort et le comportement thermique.

Figure 3 Graphique de la consommation annuelle d'énergie pour le chauffage de l'air ambiant



Échelle 1 mm = 1 MJ/m²/mois

Récapitulation

Pertes totales d'énergie moins les gains de sources internes	62	310	MJ/m²
Chaleur solaire utilisable	59 × 64	125	MJ/m²
Consommation annuelle d'énergie	65	37,7	GJ/année
Coût annuel de l'énergie	66	419	$

Nota: Tous les calculs dans ce graphique renvoient aux conceptions décrites dans la publication de la SCHL, *Grapheat*. Ce graphique sert donc uniquement à illustrer la méthode *Grapheat*.

2. **Distribution de la chaleur :** Seule une partie de la chaleur admise peut être utilisée immédiatement; le reste doit circuler dans la maison ou être stocké en prévision d'un usage ultérieur. Les maisons à chauffage solaire passif sont conçues en fonction d'une distribution de la chaleur et d'une circulation naturelle de l'air appropriées, souvent assurées par ventilateur.

3. **Stockage de l'énergie :** En raison de la nature même du rayonnement solaire, le stockage thermique, intentionnel ou non, fait partie intégrante de toute maison solaire passive. Au besoin, on peut accroître la capacité de stockage des matériaux de construction traditionnels comme les plaques de plâtre, les blocs de béton et le contreplaqué. Les matériaux lourds, tels la maçonnerie, les carreaux ou les plaques de plâtre posées en double épaisseur, s'emploient dans les pièces qui reçoivent directement la lumière du jour pour emmagasiner la chaleur. Par exemple, les modèles 17 et 18 font appel à des murs mitoyens en blocs de béton, tandis que le modèle 9 prévoit l'emploi d'une double couche de plaques de plâtre et d'un mur de foyer en briques. Parmi les autres options, on compte les murs massifs vitrés (murs Trombe) disposés côté sud des bâtiments; la circulation de l'air réchauffé par le soleil peut être assurée à travers la dalle de plancher en béton creux ou un lit de stockage en pierres. Une thermopompe eau-air permettra d'emmagasiner l'eau à distance de manière très efficace pour chauffer la maison ou le réservoir d'eau domestique.

4. **Conservation de l'énergie :** Un système de chauffage solaire passif ne fonctionne efficacement que si la maison peut conserver la chaleur captée. À cette fin, il faut satisfaire aux exigences de la norme R-2000. Cette norme prévoit une isolation thermique importante, une construction étanche à l'air, une ventilation contrôlée et une installation de chauffage efficiente. Pour un même budget de chauffage,

les maisons solaires passives n'ont pas besoin d'être aussi bien isolées que les maisons traditionnelles. Elles devraient toutefois regrouper une gamme complète de caractéristiques de conservation de l'énergie, pour des raisons de confort, de sécurité et d'économies d'énergie à long terme. Les modèles illustrés dans ce manuel doivent être construits de façon à respecter ou même dépasser les exigences des Mesures d'économie d'énergie (1983) ou du *Code national du bâtiment*.

Intégration des éléments

La conception de maisons solaires passives suppose habituellement le recours à plusieurs mesures afin d'en optimaliser le comportement. Le modèle un, par exemple, se comporterait mieux avec un revêtement de sol en carreaux céramiques à l'entrée sud et une double couche de plaques de plâtre dans la partie sud de la maison, pour le stockage thermique. L'entrée double hauteur favorise la circulation naturelle de l'air, tout de même assistée par un conduit de reprise raccordé au générateur d'air chaud, placé au haut de l'escalier.

Outils de conception

L'art de concevoir une maison solaire passive repose en grande partie sur le juste équilibre entre le type de vitrage, ses dimensions et son emplacement, le stockage thermique, la circulation de l'air et l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment. Les chapitres suivants suffisent pour tracer les dessins préliminaires. Après coup, ils devront faire l'objet d'une analyse poussée afin de mettre le modèle au point. Ce processus a été utilisé pour tous les modèles du présent manuel, qui peuvent être transposés directement en épures renfermant des détails d'exécution judicieux et éconergétiques. Il est toutefois recommandé de vérifier par l'analyse des épures le bon comportement du vitrage et des mesures d'éconergie retenus. Les outils d'analyse thermique suivants sont recommandés :

La méthode **GRAPHEAT** d'évaluation du comportement thermique des maisons. Il s'agit d'une méthode simple servant à évaluer rapidement le comportement d'une maison solaire passive. Au moyen de graphiques et de tableaux comme ceux qui sont illustrés à la figure 3, le concepteur calcule les déperditions thermiques totales, l'apport solaire et les oscillations maximales de température intérieure attribuables aux gains solaires. Cette méthode a servi à calculer le comportement des modèles figurant dans ce manuel. Une technique connexe, GRAPHSHADE, permet au concepteur de déterminer les effets de l'ombre. Deux publications de la SCHL portent sur la méthode GRAPHEAT; elles sont intitulées Méthode d'évaluation du rendement thermique des maisons et GRAPHSHADE. (Voir la bibliographie.)

Le programme informatique HOT-2000 est le logiciel de micro-ordinateur le plus rapide et le plus facile à utiliser en matière d'analyse du comportement thermique. C'est également l'outil d'analyse officiel du Programme R-2000. Pour être enregistré à titre de maison R-2000, un modèle doit respecter le budget énergétique du programme, établi à l'aide de HOT-2000. Ce logiciel ne permet pas encore de prévoir les oscillations de température.

Le programme informatique ENERPASS est un outil d'analyse puissant, précis et perfectionné, qui fournit des simulations horaires, en plus des totaux saisonniers. Il peut analyser des modèles complexes ou vérifier les résultats d'autres programmes, spécialement lorsqu'il s'agit d'une conception inhabituelle.

Il existe sur le marché plusieurs **programmes informatiques américains**, par exemple F-Load, SERI RES et CALPAS 3, qui analysent l'efficacité thermique des maisons solaires passives.

Sommaire

Les maisons solaires passives sont pensées en vue d'utiliser efficacement l'énergie du soleil et de réduire les achats d'énergie. Elles doivent faire l'objet d'une conception et d'une analyse réfléchies, axées particulièrement sur les points suivants:

1. Le choix des fenêtres, de leurs dimensions et de leur emplacement (capteurs solaires).
2. Le mode de distribution de la chaleur dans la maison.
3. Le stockage thermique.
4. L'intégration des caractéristiques architecturales solaires et des autres mesures d'économie d'énergie, à l'aide des outils d'analyse du comportement thermique.

2. Captage de la chaleur solaire

Les fenêtres et les autres ouvertures vitrées constituent les capteurs d'une maison solaire passive. Tout récemment encore, les maisons présentant de grandes surfaces vitrées, même si celles-ci se trouvaient en façade sud, étaient généralement moins efficaces sur le plan énergétique que les maisons bien isolées mais très peu vitrées. Grâce aux progrès réalisés dans le domaine des fenêtres et des installations mécaniques, ainsi qu'à la disponibilité d'outils d'analyse thermique faciles à utiliser, il est maintenant possible de construire des maisons solaires passives très éconergétiques. Cependant, le choix du vitrage doit être envisagé avec soin pour que la maison soit confortable et ait un comportement approprié.

Gains nets et orientation

Le verre laisse pénétrer l'énergie solaire dans la maison, mais il constitue un mauvais isolant. La résistance thermique (RSI) d'un mur isolé correspond à environ 3,5, alors que celle d'un double vitrage avec une lame d'air de 12 mm chute à 0,35, soit dix fois moins. Une fenêtre doit donc admettre plus de chaleur qu'elle n'en laisse échapper pendant une saison de chauffe pour fournir un gain net.

Les fenêtres n'ont pas à être orientées plein sud afin de faire efficacement fonction de capteurs solaires. Pour assurer un gain solaire net, elles doivent cependant être d'autant plus isolées que leur orientation dévie par rapport au sud. Dans la région d'Ottawa par exemple, le triple vitrage à haute efficacité exposé à l'est ou à l'ouest procure un gain net très minime, tandis que le double vitrage entraîne une déperdition d'énergie. On met actuellement au point des vitrages qui donneront lieu à des gains nets, quelle que soit leur orientation. La figure 4 illustre les gains ou les pertes nets par saison des fenêtres orientées dans différentes directions.

L'orientation sud est préférable. Outre les gains solaires nets, les points suivants méritent d'être étudiés :

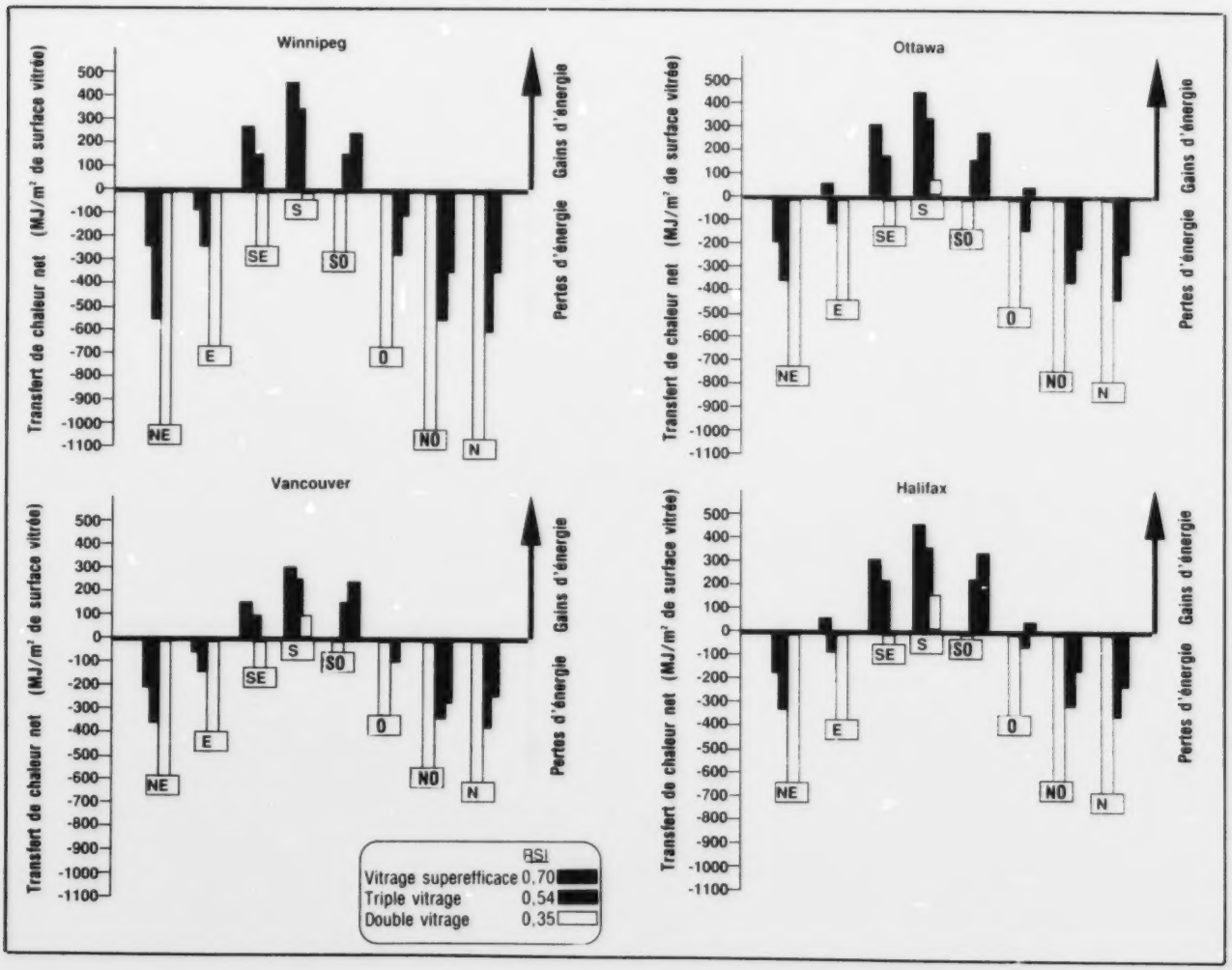
1. Puisque les fenêtres donnant au sud n'admettent que peu de rayons solaires en été, il est facile d'éviter les gains excessifs en ombrageant les fenêtres au moyen d'auvents ou d'autres dispositifs. Par contre, projeter de l'ombre et, par conséquent, contrôler les gains solaires s'avère plus difficile dans le cas des fenêtres exposées à l'ouest ou à l'est.
2. Pendant les journées d'hiver, les fenêtres orientées ailleurs qu'au sud répartissent inégalement les gains de chaleur. Ainsi, une fenêtre exposée à l'ouest assure un gain solaire faible le matin, mais important l'après-

midi, ce qui se révèle généralement peu souhaitable. À l'inverse, une fenêtre orientée à l'est reçoit la majeure partie du rayonnement solaire le matin. Disposer des fenêtres du côté est offre des avantages; en effet, le besoin de chauffer les lieux risque de se faire plus sentir dans la matinée, en raison de la froide température extérieure et de la fraîcheur de l'air de la maison, surtout si le thermostat a été baissé pour la nuit.

Méthodes empiriques pour orienter les fenêtres

- **Orientation préférable : la majeure partie des fenêtres devrait être orientée entre 15 degrés sud-sud-ouest et 20 degrés sud-sud-est.**
- **Orientation acceptable : les fenêtres devraient être orientées entre 30 degrés sud-ouest et 30 degrés sud-est.**
- **Le recours à des fenêtres très isolantes diminue l'importance de l'orientation; mieux vaut alors les disposer pour que toute la maison jouisse d'un bon ensoleillement et, par conséquent, de gains solaires directs.**
- **La maison doit comporter le moins possible de fenêtres orientées au nord, quel que soit leur type.**

Figure 4 Gains saisonniers nets en fonction de l'orientation



Oscillations de température

Lorsque la lumière du soleil pénètre dans la maison et frappe un objet, celui-ci se réchauffe et transmet ensuite sa chaleur à l'air environnant. Ce phénomène, qui dure tant que le soleil brille, explique pourquoi la partie ensoleillée de la maison devient très vite perceptiblement plus chaude que le reste. Sans même de ventilation forcée, la maison entière se réchauffe graduellement, et il y règne une plus grande chaleur encore dans sa zone ensoleillée.

Méthodes empiriques pour contrôler les oscillations de température

- **Au milieu de l'hiver un écart de température d'au plus 6 °C est acceptable**, à l'encontre d'un écart de 8 à 10 °C. Dès que la maison devient trop chaude, les occupants ouvrent les fenêtres pour évacuer la chaleur. La maison cesse dès lors de profiter des gains solaires et la chaleur déjà accumulée se perd. Aux fins de l'analyse, tout gain solaire attribuable à un écart de température de plus de 5 ou 6 °C passe pour avoir été évacué à l'extérieur. Un écart maximal de température a été calculé pour chaque modèle présenté dans ce manuel.

- **Éviter les grandes surfaces vitrées exposées à l'ouest.** Les fenêtres donnant à l'ouest ou parfois à l'est peuvent occasionner une surchauffe, surtout en été, en automne et au printemps. Cette situation s'explique par l'angle bas du soleil dans la partie ouest (est) du ciel. À la fin de l'après-midi et pendant la soirée (matinée), les rayons du soleil peuvent pénétrer profondément dans la maison par les fenêtres de la façade ouest (est) et la réchauffer aussi efficacement que le midi, à la mi-hiver. Seule une petite quantité de cette chaleur est nécessaire en été et pendant les mois voisins, le reste devant être évacué ou stocké avant qu'il n'y ait surchauffe.

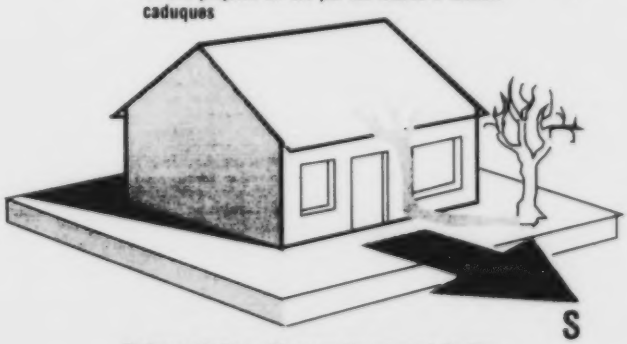
Ombrage en hiver

Durant la saison de chauffe, on doit éviter dans la mesure du possible d'ombrager la façade sud de la maison puisque c'est rarement une particularité recherchée. À moins de compter sur un grand terrain à bâtir, on recommande d'implanter une maison solaire passive le long d'une rue orientée d'est en ouest. En effet, les bâtiments et les arbres des propriétés voisines risquent d'ombrager les maisons des rues à orientation nord-sud. En cas d'élévation sud partiellement ombragée, il est tout indiqué de fenestrer autant que possible la zone en plein soleil. On peut parfois implanter la maison selon un angle de quelques degrés par rapport à la rue, de façon à réduire ou éliminer l'ombrage. Mieux vaut avoir des fenêtres qui admettent une certaine quantité de lumière, même si elle ne provient pas du sud, qu'en avoir au sud qui en laissent entrer peu en raison de l'ombrage.

Figure 5 Ombre

Ombre projetée par les constructions avoisinantes

Ombre projetée en été par les arbres à feuilles caduques



Ombre projetée en hiver par les arbres à feuilles caduques

Méthode empirique pour éviter l'ombrage l'hiver

- **Choisir un terrain situé du côté nord ou sud d'une rue orientée d'est en ouest, ne présentant pas d'obstruction au sud.** Les abaques d'ensoleillement livrent un moyen de déterminer la quantité d'ombre que recevra un terrain à différentes périodes de l'année.

Ombrage en été

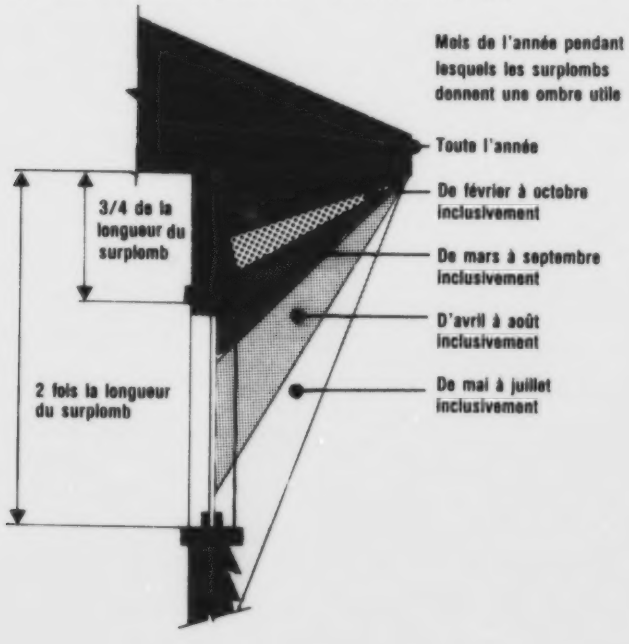
L'architecture solaire passive vise notamment à prévenir la surchauffe en été, en automne et au printemps, quand la chaleur est presque toujours superflue. Les dispositifs décrits ci-dessous permettent de réduire la quantité de lumière admise; il faut cependant se méfier des dispositifs fixes, puisqu'ils bloquent la lumière l'année durant.

Auvents. Les auvents escamotables limitent efficacement la quantité de lumière qui pénètre par les fenêtres exposées au sud, au sud-est ou au sud-ouest. Ils peuvent se replier contre la maison ou s'enlever lorsque le besoin de lumière ou de chaleur se fait sentir.

Surplombs. Des éléments architecturaux tels qu'avant-toits ou balcons ombragent en permanence les fenêtres disposées en façade sud. Leurs dimensions doivent être déterminées avec soin pour ne pas empêcher le soleil de pénétrer en hiver, ni bloquer toute la lumière du jour. Par ailleurs, on peut envisager le recours à des murs en ailes ou à des treillis pour bloquer la lumière de l'est ou de l'ouest.

Stores et rideaux. Les stores et les rideaux à revers blanc ou réfléchissant assurent de l'ombrage, quelle que soit l'orientation de la fenêtre, et présentent l'avantage de se manœuvrer facilement de l'intérieur de la maison. Toutefois, justement parce qu'ils se trouvent à l'intérieur et qu'ils n'empêchent pas la lumière de traverser le verre, les stores et les rideaux traditionnels ne sont pas aussi efficaces que les dispositifs extérieurs. Les stores et pare-soleil intercalés entre deux verres y gagnent en efficacité.

Figure 6 Variations saisonnières de l'ombre projetée par un surplomb sur des fenêtres orientées au sud



Vitrage à faible transmissivité. Les verres miroir, bronze ou teinté, qui laissent passer moins de lumière que le verre ordinaire, s'emploient depuis de nombreuses années dans les immeubles commerciaux pour prévenir la surchauffe. Ils présentent toutefois l'inconvénient d'admettre moins d'énergie solaire en hiver. Les chercheurs mettent actuellement au point des vitrages à transmissivité variable dont l'utilisation pourrait rendre inutiles les dispositifs tendant à ombrager les fenêtres.

Aménagement paysager. La végétation est un moyen judicieux de bloquer ou de filtrer la lumière des fenêtres exposées à l'est ou à l'ouest. Les arbres à feuilles caduques, les conifères et les arbustes de taille élevée peuvent couper le rayonnement direct le matin et le soir, pendant toute l'année. Les arbres à feuilles caduques plantés du côté sud de la maison fournissent également de l'ombre pendant l'été. En hiver, par contre, un gros arbre à feuilles caduques porte beaucoup d'ombre de sorte qu'il peut réduire la lumière solaire jusqu'à 50 p. 100. Pour sa part, la couverture végétale qui entoure la maison diminue la quantité de lumière réfléchie, amenant ainsi un léger effet de rafraîchissement.

Gains solaires directs

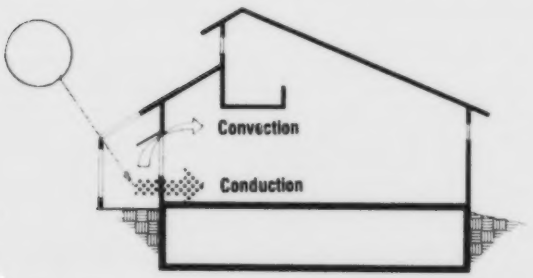
Le terme gain solaire direct s'entend du réchauffement d'une pièce sous l'effet du rayonnement solaire. En général, les pièces au sud sont chauffées directement et celles donnant au nord indirectement, grâce à la circulation de l'air ambiant de la zone sud à la zone nord de la maison. Les modèles présentés dans ce manuel font appel aux gains directs de la partie sud de la maison. Il s'agit de la méthode la plus simple et la plus efficace de capter l'énergie solaire.

Gains solaires indirects

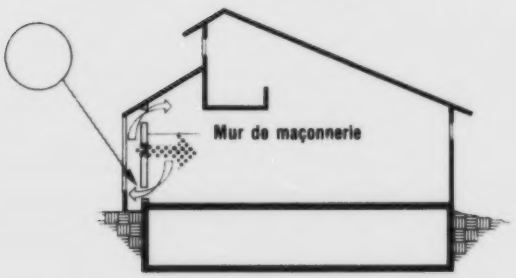
Serres et solariums. Les serres et les solariums peuvent s'utiliser pour capter la chaleur qu'on fera ensuite circuler dans l'habitation. Leur avantage réside dans le fait de pouvoir subir de grandes oscillations de température, puisque ces pièces ne sont occupées qu'occasionnellement. L'accroissement des écarts de température optimise l'utilisation de l'énergie solaire, à la condition de compter sur un mode efficace de stockage et de distribution de la chaleur. Par contre, l'endroit bénéficiant des gains directs n'offre pas toujours une température habitable. Si le solarium doit contribuer au comportement énergétique de la maison, les portes et fenêtres communicantes doivent être fermées dès que la température du solarium baisse. L'utilisation d'un appareil de chauffage auxiliaire pour maintenir le solarium à une température habitable est à éviter, puisqu'elle annule toute économie d'énergie.

Le mur Trombe, autre moyen d'exploiter les gains indirects de chaleur solaire, procure certains avantages dans des situations particulières. Il s'agit d'un mur élevé en briques, en blocs de béton ou en béton coulé, comportant un revêtement sélectif de couleur foncée et un vitrage du côté extérieur. Suivant cette technique, le soleil réchauffe le mur qui transmet graduellement la chaleur à l'intérieur. Ce genre de mur peut se révéler utile en milieu urbain où, pour sauvegarder l'intimité ou étouffer le bruit, un mur est préférable à une fenêtre en façade sud. Les murs Trombe coûtent cher à construire et d'après les calculs, leur rendement au Canada est inférieur à celui des constructions permettant des gains directs. Le recours à des vitrages hautement isolants et à des matériaux de stockage thermique d'une efficacité accrue contribuera peut-être à améliorer leur comportement dans le futur.

Figure 7 Gains indirects

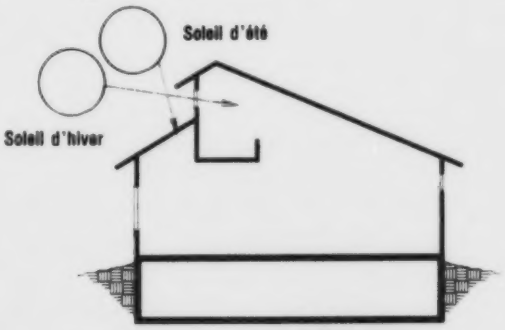


Le solarium attenant à la maison transmet des gains solaires aux aires chauffées par convection naturelle ou forcée ou par conduction à travers le mur interposé.

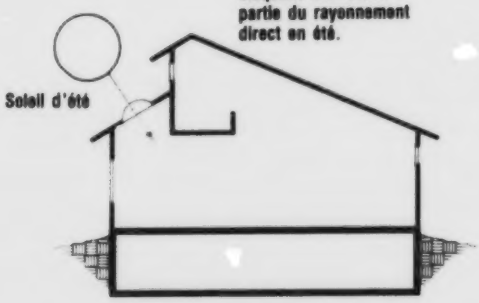


Un mur Trombe, formé d'un panneau de verre recouvrant une surface absorbante et un mur plein, transmet la chaleur par convection et conduction naturelles.

Figure 8 Avantages des fenêtres hautes sur les lanterneaux



Les fenêtres hautes laissent pénétrer la lumière dans les pièces de la partie nord de la maison, tout en bloquant une bonne partie du rayonnement direct en été.



Les lanterneaux peuvent entraîner une surchauffe en été.

Méthode empirique pour choisir le type de gain solaire

- **Le captage du rayonnement direct constitue généralement la meilleure façon de tirer parti de l'énergie solaire.**

Types d'ouverture et emplacement

Une **ouverture solaire** se définit comme tout espace vitré laissant pénétrer le soleil. Les **panneaux de verre verticaux** sont relativement faciles à sceller et à rendre étanches aux intempéries. Exposés au sud, ils transmettent le plus de lumière directe en hiver, saison où elle est le plus nécessaire, et admettent également la lumière réfléchie par la neige.

Éléments architecturaux certes intéressants, les **panneaux de verre inclinés ou les lanterneaux** doivent être conçus avec soin pour bien se comporter sur le plan thermique. Le verre incliné donne lieu à des déperditions thermiques plus grandes que le verre vertical, tout en admettant plus de lumière l'été, quand la chaleur est indésirable. Plus le panneau est incliné (rapproché de l'horizontale), plus son comportement thermique laisse à désirer.

Méthodes empiriques pour choisir le type d'ouverture et son emplacement

- **Une fenêtre verticale exposée au sud constitue la meilleure ouverture solaire.**
- **Les panneaux de verre inclinés et les lanterneaux doivent être aussi isolants que les autres fenêtres. Il s'avérera peut-être nécessaire d'utiliser du verre réfléchissant afin de réduire la transmission solaire.**

Les éléments suivants laissent entrer la lumière provenant du sud dans la zone nord de la maison :

Les **fenêtres hautes orientées au sud** admettent de la lumière dans les pièces de la partie nord de la maison. Le modèle 4 fait appel à ce type de fenêtres pour éclairer et chauffer la salle de jeux de l'étage et la salle à manger du rez-de-chaussée.
Les **coupoles** et les **lucarnes** produisent le même effet.
Des **fenêtres solaires en saillie** disposées dans les murs est et ouest laissent respectivement pénétrer la lumière du sud-est et du sud-ouest. Elles sont particulièrement utiles dans les murs latéraux de la maison, où la vue d'une fenêtre plein est ou ouest donnerait sur les maisons voisines.

Ces éléments permettent de distribuer les gains de chaleur solaire plus également dans la maison et laissent infiltrer la lumière naturelle dans les pièces de la partie nord, en évitant les pertes d'énergie entraînées par les fenêtres exposées au nord. Déplacer une fenêtre du côté nord au côté sud de la maison se traduit par une économie annuelle d'environ 1 GJ/m².

Choix des fenêtres

Récemment encore, choisir ses fenêtres était relativement aisé. Pour obtenir la meilleure efficacité énergétique, on optait pour des fenêtres basculantes, des fenêtres pivotantes (à battants) ou des fenêtres fixes à double ou triple vitrage comportant une lame d'air de 12 mm. Les fenêtres donnant au sud étaient parfois dotées d'un double vitrage et les autres d'un triple vitrage, afin d'assurer une meilleure transmission de la chaleur solaire et des économies d'énergie plus importantes.

Ces principes demeurent généralement valables, mais l'industrie met actuellement sur le marché de nouveaux produits qui offrent un meilleur comportement et ouvrent de nouvelles possibilités en ce qui concerne la sélection de modèles. Il faut choisir ces nouveaux produits avec prudence en s'assurant que l'analyse du comportement a été menée de façon appropriée et que les affirmations du fabricant sont corroborées par des essais de laboratoires indépendants.

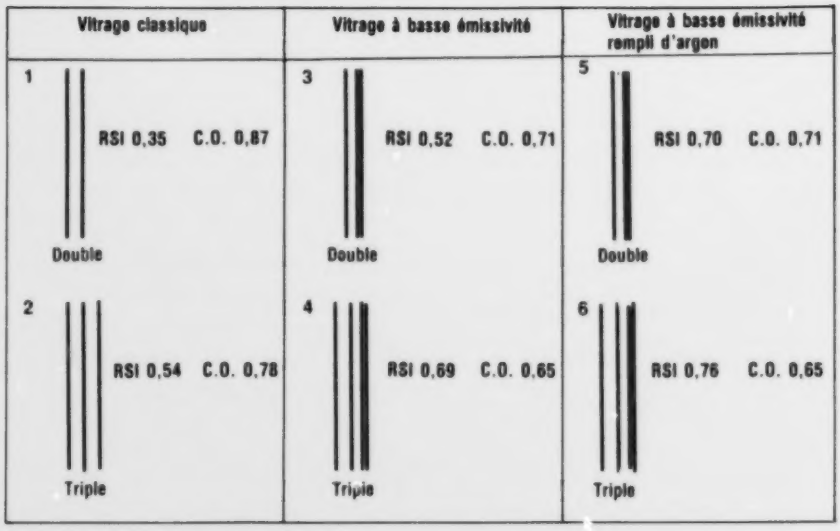
Type de vitrage

Les vitrages se choisissent en fonction de leur résistance thermique (valeur RSI) et de leur coefficient d'ombrage, soit le pourcentage d'énergie qui peut traverser un vitrage. De façon générale, la valeur RSI est inversement proportionnelle au coefficient d'ombrage. Par exemple, deux panneaux de verre auront une valeur RSI de 0,35 et un coefficient d'ombrage de 0,87. Trois panneaux de verre auront une valeur RSI de 0,54 et un coefficient d'ombrage de 0,78.

Outre la superposition de vitrages, il existe plusieurs autres façons d'accroître la valeur RSI d'une fenêtre :

Les **revêtements à faible émissivité (low-E)** appliqués sur le verre ou sur un film de plastique augmentent la valeur RSI du vitrage en diminuant les pertes de chaleur rayonnante. Ainsi on attribue au double vitrage doté d'un tel revêtement environ la même valeur RSI qu'un triple vitrage sans revêtement (1,5 pour une lame d'air de 12 mm).
L'**introduction d'un gaz inerte** dans la lame d'air d'une fenêtre scellée augmente la valeur RSI du vitrage en réduisant les déperditions thermiques par convection. L'argon et le krypton accroissent d'environ 0,06 la résistance thermique d'une lame d'air de 12 mm. L'utilisation combinée d'un gaz inerte et d'un revêtement à faible émissivité augmente d'autant plus la résistance thermique de la fenêtre.
Un **meilleur scellement des rives**, au moyen d'intercalaires non métalliques, accroît le comportement global des fenêtres en réduisant les déperditions thermiques. Les pertes par les joints de rive peuvent faire diminuer la valeur RSI d'un vitrage de 10 p. 100.

Figure 9 Valeurs RSI et coefficients d'ombrage



Le choix d'un vitrage suppose qu'on prenne en considération sa valeur RSI et son coefficient d'ombrage, qui influeront tous deux sur le comportement du système solaire passif. Il faut en peser le pour et le contre, puisque l'ajout d'un panneau de verre diminue les gains solaires. Toutefois, le double ou triple vitrage permet toujours d'enregistrer des gains nets plus importants que le simple vitrage; ils réduisent l'éblouissement, la condensation et la pénétration de rayons ultraviolets et accroissent le confort des occupants. Ces avantages sont suffisamment intéressants pour que les propriétaires de maison s'y arrêtent.

- La lame d'air est de 12 mm.
- Le tableau ne tient pas compte des fuites aux rives de fenêtres.
- Le coefficient d'ombrage représente le rapport entre la quantité d'énergie solaire transmise par le vitrage étudié et un vitrage simple.

Dans la plupart des cas, les vitrages à faible émissivité remplis de gaz inerte et dotés de joints de rive améliorés affichent un comportement net supérieur à celui des vitrages ordinaires, sans compter qu'ils réduisent les risques de condensation. Les fabricants commencent à produire des vitrages à coefficient RSI proche de 1. Ce chiffre peut paraître décevant par comparaison avec la valeur RSI de 3,5 attribuée à un matelas isolant en fibre de verre de 150 mm, mais il représente une économie calorifique de 66,6 p. 100 par rapport au double vitrage ordinaire.

Méthode empirique pour choisir le type de vitrage

- **De façon générale, une maison solaire passive se comporte plus efficacement sur le plan énergétique si elle compte des vitrages hautement performants plutôt que des vitrages ordinaires.**

L'analyse de l'efficacité thermique permet de choisir le meilleur vitrage pour un modèle de maison donné. La figure 9 résume les caractéristiques de divers vitrages.

Dimensions du vitrage

Les dimensions des ouvertures solaires sont étroitement liées à l'efficacité de tout modèle de maison solaire passive. La surface acceptable de vitrage exposée au sud est fonction du coefficient d'ombrage de ce vitrage, des ombres éventuelles, du climat local, du taux de déperdition thermique du bâtiment, de la capacité de stockage et de la circulation de l'air.

Méthode empirique pour déterminer les dimensions du vitrage

- **Dans la plupart des régions du Canada, la surface des ouvertures solaires exposées au sud, c'est-à-dire la surface vitrée réelle, devrait représenter de 5 à 8 p. 100 de la superficie de plancher chauffée.**

La méthode des 5 à 8 p. 100 constitue un bon point de départ pour concevoir une maison; elle suppose que la circulation de l'air ambiant favorise la distribution des gains solaires et que seuls des matériaux de construction traditionnels servent de masse thermique. Si la maison compte plusieurs pièces du côté sud, la surface de vitrage doit être divisée entre elles, en fonction de leurs dimensions. La surface vitrée est subordonnée aux oscillations de température admissibles; par exemple, si la surface vitrée exposée au sud dépasse 10 p. 100 de la superficie de plancher chauffée, la capacité de stockage doit être accrue ou le facteur de transmission du verre, réduit. Il importe de ne tenir compte que de la surface vitrée et non de la surface totale des fenêtres, autrement le calcul entraînerait des gains solaires insuffisants. On recommande de procéder à une analyse détaillée pour établir définitivement la surface vitrée. (Voir la figure 10.)

Types de dormant de fenêtre

Le dormant ne transmet pas d'énergie solaire, mais il peut représenter jusqu'à 25 p. 100 de la baie de fenêtre; par conséquent, son coefficient d'isolation doit correspondre tout au moins à celui de la surface vitrée. Les dormants moins isolants que le verre laissent non

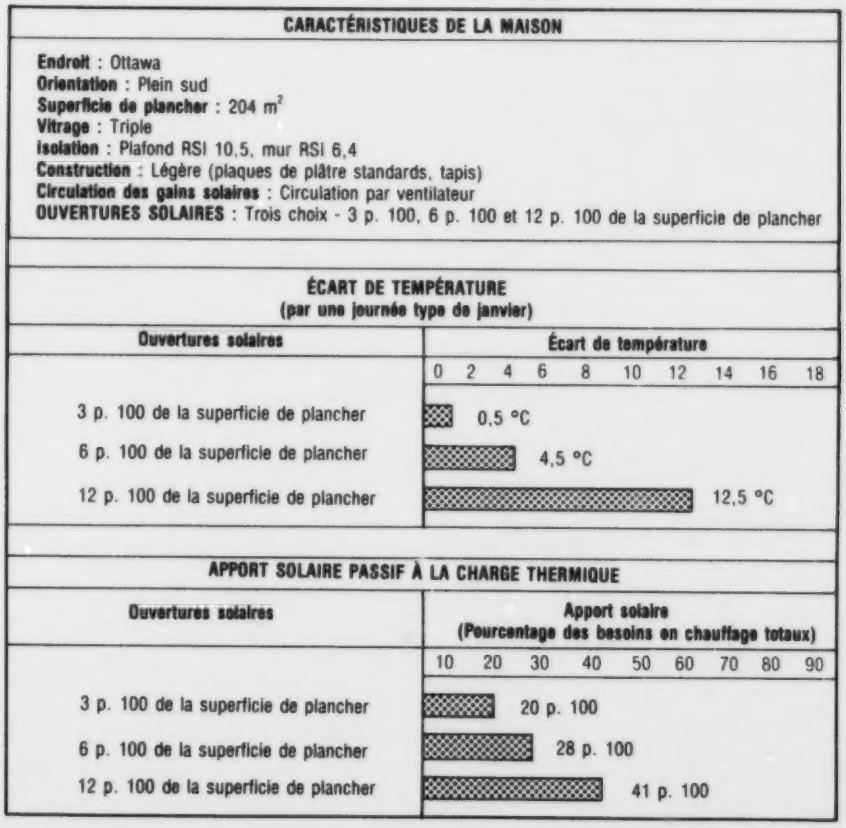
seulement échapper beaucoup de chaleur, mais ils risquent aussi de devenir assez froids en hiver pour qu'il se forme de la condensation ou du givre sur la face intérieure. Les dormants de bois assurent une isolation suffisante et ils se vendent avec un revêtement externe de plastique ou de métal pour en faciliter l'entretien. Les dormants de vinyle extrudé ou de fibre de verre se comportent également bien. Par contre, les dormants en métal doivent être isolés et comporter une coupure thermique de façon qu'aucun élément métallique n'entraîne de ponts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur de la fenêtre.

Les fenêtres fixes surpassent en étanchéité les fenêtres ouvrantes; en outre, elles présentent généralement une surface vitrée plus grande que les fenêtres ouvrantes de mêmes dimensions. Après un certain temps, ces dernières ont tendance à laisser infiltrer de l'air, leurs joints d'étanchéité se détériorant. Les fenêtres à charnières, qu'il s'agisse de fenêtres pivotantes (à battants) ou basculantes, sont pourvues de joints d'étanchéité compressibles qui fonctionnent généralement mieux que ceux des fenêtres coulissantes. En outre, les fenêtres à battants offrent la plus grande ouverture pour ventiler.

Méthodes empiriques pour choisir le type de dormant

- **De façon générale, les grandes fenêtres et les portes-fenêtres sont préférables aux petites fenêtres parce qu'elles présentent une surface vitrée plus importante et reçoivent moins d'ombre de leur dormant.**
- **Le dormant devrait être au moins aussi isolant que le verre.**
- **Toute fenêtre ne servant pas à la ventilation devrait être fixe.**

Figure 10 Modèles divers faisant appel à la methode GRAPHEAT (Incidence de la surface vitrée)

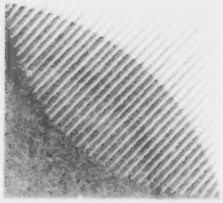


L'écart de température provoqué par des ouvertures solaires correspondant à 12 p. 100 de la superficie de plancher est excessif, une oscillation de 6 °C étant généralement considérée comme la norme maximale. Des ouvertures solaires représentant 6 p. 100 de la superficie de plancher permettent de tirer parti du soleil tout en évitant la surchauffe.

Sommaire

Le type de fenêtres, leurs dimensions et leur emplacement exercent une influence déterminante sur le comportement d'une maison solaire passive. Voici les règles à suivre :

1. Aménager des fenêtres donnant au sud se révèle le moyen le plus simple, et habituellement le plus pratique, d'admettre la chaleur du soleil dans la maison. Augmenter la surface des fenêtres exposées au sud permet de réduire les achats d'énergie, surtout si le vitrage employé a un coefficient RSI de 0.5 ou plus.
2. Orienter la majeure partie de la surface vitrée entre 30 degrés sud-est et 30 degrés sud-ouest. Aménager le moins de fenêtres possible en façade nord.
3. À noter que les vitrages hautement performants procurent un gain solaire net supérieur à celui des vitrages ordinaires et offrent plus de souplesse du point de vue de la conception des maisons; plus le vitrage est isolant, moins l'orientation de la fenêtre a d'effet déterminant. Le double vitrage avec une lame d'air de 12 mm constitue une norme minimale.
4. Mal concevoir une maison solaire passive entraînera une importante surchauffe. Pour prévenir cette situation, s'en tenir à une surface vitrée exposée au sud ne devant pas dépasser de 5 à 8 p. 100 de la superficie de plancher chauffée, à moins d'accroître la capacité de stockage thermique de la maison.



3. Distribution de la chaleur solaire

La meilleure façon de garantir la distribution de la chaleur solaire dans toute la maison consiste à penser celle-ci en fonction de l'ensoleillement de toutes les pièces (des renseignements supplémentaires sur les gains solaires directs figurent plus loin). À défaut de pouvoir le faire, la chaleur devra être distribuée par d'autres moyens, habituellement par circulation naturelle et forcée. Faire circuler l'air de la zone sud aux autres parties de la maison contribue à distribuer la chaleur solaire, permet à toute la masse de la maison d'assurer le stockage thermique et aide à stabiliser les températures dans les pièces du sud. Sans une circulation appropriée, les dimensions des ouvertures solaires doivent être réduites pour éviter une surchauffe des pièces du sud, ce qui diminue l'apport solaire. (Voir la figure 11.)

Lumière du jour et gains directs

Des particularités architecturales telles que fenêtres hautes, coupoles et fenêtres solaires en saillie admettent la lumière du sud dans la partie nord de la maison. On peut en outre adopter certains moyens à l'intérieur :
Les surfaces pâles, spécialement les plafonds, diffusent bien la lumière.
Un agencement de pièces faisant communiquer la zone nord de la maison avec la partie sud par de grandes ouvertures donne de bons résultats; on peut avoir recours à des **portes françaises** pour l'isolation acoustique.
Les châssis fixes placés dans des murs intérieurs permettent à la lumière d'une pièce bien éclairée d'entrer dans une autre partie de la maison. Les **briques de verre** servent souvent à cette fin. Les cages d'escalier, cuisines, buanderies et salles de douche se prêtent bien à ce mode de chauffage et d'éclairage. Si la hauteur du plafond est supérieure à la normale, des **impostes** peuvent se placer juste sous ce dernier, au-dessus de la hauteur des yeux. Les impostes se révèlent particulièrement efficaces lorsqu'elles sont combinées à des fenêtres hautes et à des plafonds inclinés de couleur claire: la lumière qui pénètre par la fenêtre se réfléchit sur le plafond et traverse l'imposte pour aller éclairer l'autre pièce.
De petits rayons et des persiennes en rehausseront l'effet.

Convection naturelle

L'air qui se réchauffe se dilate et s'élève, tandis que l'air froid suit un mouvement descendant. Ce mouvement de convection naturelle est un phénomène puissant dont on peut tirer parti dans une maison solaire passive. Il permet de faire circuler dans la maison l'air réchauffé par le soleil et, par conséquent, d'en rafraîchir la partie sud. Les méthodes décrites plus loin visent à assurer une distribution appropriée de la chaleur, au cas où l'on ne ferait appel qu'à la circulation naturelle.

Figure 11 Incidence de la circulation des gains solaires

CARACTÉRISTIQUES DE LA MAISON

Endroit : Ottawa
Orientation : Plein sud
Superficie de plancher : 204 m²
Vitrage : Triple
Isolation : Plafond RSI 10,5, mur RSI 6,4
Construction : Légère (plaques de plâtre standards, tapis)
Ouvertures solaires : 6 p. 100 de la superficie de plancher
CIRCULATION DES GAINS SOLAIRES : Deux choix - Circulation naturelle et circulation par ventilateur (300 L/s, au besoin)

ÉCART DE TEMPÉRATURE
(par une journée type de janvier)

Circulation des gains solaires	Écart de température (0 2 4 6 8 10 12 14 16 13)
Circulation naturelle	7 °C
Circulation par ventilateur	4,5 °C

APPORT SOLAIRE PASSIF À LA CHARGE THERMIQUE

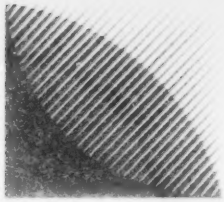
Dimensions des ouvertures solaires	Apport solaire (Pourcentage des besoins en chauffage totaux) (10 20 30 40 50 60 70 80 90)
Circulation naturelle	22 p. 100
Circulation par ventilateur	28 p. 100

La circulation des gains solaires s'avère évidemment souhaitable. Sans circulation, les oscillations de température sont excessives et l'apport solaire utile chute. Sans circulation mécanique, les dimensions des ouvertures solaires doivent être restreintes afin de maintenir les oscillations de température dans des limites acceptables. Cette mesure a toutefois comme conséquence de réduire encore plus l'apport solaire.

Méthodes empiriques pour assurer une circulation naturelle

- **Les plans prévoyant une disposition compacte des pièces se prêtent bien à la circulation naturelle;** au contraire, la circulation naturelle est difficile entre des pièces situées aux extrémités d'une maison de type ranch.
- **Les plans ouverts, dans lesquels les pièces au sud communiquent avec la cage d'escalier ou une autre aire à double hauteur, donnent les meilleurs résultats.** Toutes les maisons individuelles figurant dans ce manuel présentent cette caractéristique.
- **Les plafonds horizontaux ou en pente, ne présentant pas d'obstruction pour empêcher l'air de circuler, peuvent améliorer la convection naturelle.** Si, pour des raisons d'intimité, le plan ouvert ne constitue pas une option pratique, on peut terminer les cloisons à quelques pouces du plafond.
- **Les registres de répartition verticale** favorisent le mouvement ascensionnel de l'air d'une pièce à l'autre.

Les techniques amenant une bonne circulation naturelle de l'air favorisent également la propagation du son. Peut-être faudra-t-il prévoir des écrans insonorisants dans les chambres à coucher et les autres pièces où l'isolement acoustique importe.



DISTRIBUTION DE LA CHALEUR SOLAIRE

Circulation d'air forcée

Des dispositifs mécaniques peuvent suppléer à la convection naturelle. Ainsi, le recours au ventilateur et aux conduits d'une installation de chauffage à air pulsé ou de climatisation contribuera à faire circuler l'air chauffé par le soleil. À cette fin, le conduit de reprise d'air principal se place normalement en partie supérieure de la maison, là où l'air chaud s'accumule. Le modèle n° 1 dispose de ce type de réseau de distribution. Le ventilateur du générateur d'air chaud aspire l'air par le conduit de reprise et le distribue aux bouches de chauffage dans chaque pièce. L'installation à air pulsé représente un moyen pratique de répartir les gains de chaleur solaire dans la maison et n'entraîne que peu de coûts supplémentaires, puisque les principaux éléments, générateur et conduits, sont nécessaires de toute façon. Les conduits distribuent l'air dans chaque pièce et la quantité peut en être réglée par les registres. La distribution des gains solaires s'effectue automatiquement et, si une source de chaleur comme un poêle à bois se trouve dans un endroit qui récolte des gains solaires importants, cette chaleur sera également répartie dans la maison.

Dans les maisons solaires passives dépourvues d'une installation de chauffage à air pulsé, la circulation naturelle de l'air peut être assistée par des ventilateurs situés au plafond ou ailleurs.

1. **Les ventilateurs de plafond** sont tout indiqués pour les endroits à forts gains solaires qu'il est nécessaire de rafraîchir.
2. **D'autres types de ventilateurs** peuvent servir à déplacer l'air chaud de la partie sud vers le reste de la maison. Point n'est besoin de toujours disposer d'un réseau complet de conduits; parfois, un plénum central, situé au plafond, suffit à approvisionner en air les pièces du rez-de-chaussée et de l'étage qui ne reçoivent pas de gains solaires directs.

Méthodes empiriques pour assurer une circulation forcée

- **Placer les bouches de chauffage en partie supérieure des murs ou au plafond pour prévenir le désagrément des courants d'air.** La température de l'air recirculé sera inférieure à celle de l'air chaud soufflé par le générateur, spécialement si ses conduits de distribution servent aussi à renouveler l'air.
- **Faire fonctionner le ventilateur du générateur d'air chaud continuellement ou le relier à un thermostat situé près du conduit de reprise d'air principal.** Le thermostat doit déclencher le ventilateur, mais non le générateur, lorsque la température devient inconfortable. Les ventilateurs à vitesse variable confèrent à l'installation une plus grande souplesse.

Choix du débit d'air nécessaire

Il importe de ne pas sous-estimer le débit d'air nécessaire pour maintenir les pièces chauffées par le soleil à des températures confortables.

Méthode empirique pour déterminer le débit d'air nécessaire

- **En cas de recours à un dispositif de circulation mécanique pour obvier à la surchauffe, prévoir un débit d'air de 20 à 40 litres/seconde par mètre carré d'ouverture solaire.** En général, le ventilateur d'un générateur d'air chaud standard suffit à la tâche. Pour déterminer les débits d'air à l'étape de la conception définitive, on devrait faire appel à la méthode GRAPHEAT, ou à des méthodes techniques courantes.

Ventilation

À l'instar des maisons traditionnelles, les maisons solaires passives doivent être aérées en hiver afin de maintenir une bonne qualité de l'air. En été par contre, la ventilation sert plutôt à rafraîchir les pièces. De nombreuses maisons éconergétiques sont dotées d'une installation centrale de ventilation mécanique reliée à un réseau complet de conduits assurant l'approvisionnement en air frais et l'évacuation de l'air vicié. Les débits d'air requis pour la ventilation étant considérablement moindres que ce qu'exige la répartition des gains solaires captés passivement, les installations de ventilation ne constituent pas le moyen tout indiqué pour distribuer la chaleur solaire. Cependant, une installation centrale dotée d'un ventilateur-récupérateur de chaleur (VRC) améliore la qualité de l'air d'une maison solaire passive. D'après les contrôles effectués, l'air des maisons R-2000 équipées d'un ventilateur-récupérateur de chaleur contient moins de contaminants que les maisons traditionnelles sans installations automatiques de ventilation forcée.

Méthodes empiriques pour assurer la ventilation

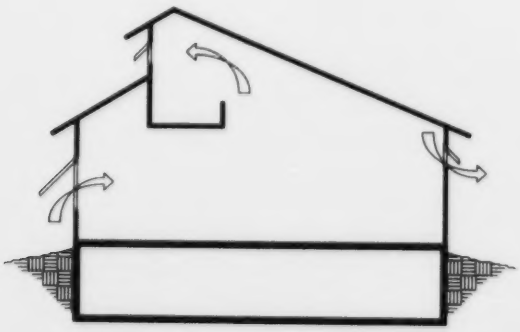
- **Il est recommandé de recourir à un système central de ventilation et de récupération de la chaleur (VRC) bien conçu et bien installé.**
- **Les fenêtres ouvrantes constituent la façon la plus simple de rafraîchir une pièce pendant l'été.** Elles seront idéalement disposées de manière que la brise d'été renforce la circulation naturelle de l'air dans la maison; ainsi l'air s'infiltrera par le bas du côté exposé au vent pour ressortir par le haut sous le vent. À défaut de quoi, on pourra habituellement faire circuler l'air en diagonale dans toutes les pièces. (Voir la figure 12.)
- **Par temps chaud, il est conseillé de garder les fenêtres ouvertes la nuit et fermées le jour.**
- **La climatisation peut suppléer à la ventilation naturelle pendant la saison chaude; dans ce cas, l'approvisionnement en air frais doit être assuré par un ventilateur mécanique.**

Sommaire

Une distribution appropriée de la chaleur est essentielle aux maisons solaires passives. Elle s'obtient quand :

1. Le plus grand nombre possible de pièces reçoivent la lumière directe du soleil.
2. L'air circule naturellement des endroits qui reçoivent le plus de soleil vers ceux qui en reçoivent le moins.
3. Une installation de chauffage à air pulsé ou un autre dispositif mécanique renforce au besoin le mouvement naturel de l'air.
4. Des outils d'analyse servent à évaluer le débit de circulation d'air requis et à dimensionner l'installation en conséquence.

Figure 12 La ventilation en été



Il est possible d'assurer une ventilation naturelle au moyen de fenêtres ouvrantes disposées dans le haut et le bas des murs, de façon à diriger les courants d'air.

4. Stockage de la chaleur solaire

Les chapitres précédents se sont intéressés au captage et à la distribution de la chaleur solaire devant servir immédiatement. L'autre composante essentielle d'un système solaire passif est le stockage thermique. Lorsque la lumière du soleil se transforme en chaleur à l'intérieur d'un matériau, ce dernier stocke l'énergie thermique. Les matériaux de construction légers ont une faible capacité de stockage et transmettent la chaleur presque aussitôt après l'avoir captée. Au contraire, les matériaux massifs absorbent la chaleur et la libèrent lentement, sur une longue période. La présence de ces matériaux dans une pièce ensoleillée réduit donc les écarts de température et permet de conserver la chaleur jusqu'à tard dans la journée. Une maison à chauffage solaire passif doit disposer d'une capacité de stockage thermique suffisante pour maintenir une température confortable et fournir de la chaleur pendant les périodes sans soleil.

Matériaux de stockage thermique

La quantité de chaleur qu'un objet peut emmagasiner dépend surtout de sa taille et de sa capacité thermique. La capacité de stockage est fonction de la masse thermique. Il importe toutefois de compter non seulement sur la forte capacité de stockage du matériau, mais aussi sur sa conduction thermique. Les couleurs foncées absorbent et libèrent la chaleur mieux que les couleurs pâles, mais réfléchissent mal la lumière. Malgré leur capacité de stockage thermique légèrement moindre, les couleurs pâles sont en général préférables parce qu'elles diffusent mieux la lumière. Un mur foncé dans un bâtiment bien éclairé constituerait l'exception à cette règle.

Figure 13 Incidence du stockage thermique

CARACTÉRISTIQUES DE LA MAISON

Endroit : Ottawa
Orientation : Plein sud
Superficie de plancher : 204 m^2
Vitrage : Triple
Isolation : Plafond RSI 10,5, mur RSI 6,4
Circulation des gains solaires : Circulation par ventilateur
Ouvertures solaires : 12 p. 100 de la superficie de plancher
CONSTRUCTION : Deux sortes - légère (plaques de plâtre standards, tapis) et lourde (plaques de plâtre doubles, parquets en bois dur)

ÉCART DE TEMPÉRATURE
(par une journée type de janvier)

Construction	Écart de température (2 4 6 8 10 12 14 16 18)
Légère	12,5 °C
Lourde	5 °C

APPORT SOLAIRE PASSIF À LA CHARGE THERMIQUE

Construction	Apport solaire (Pourcentage des besoins en chauffage totaux) (10 20 30 40 50 60 70 80 90)
Légère	41 p. 100
Lourde	42 p. 100

Dans les constructions légères dont les ouvertures solaires correspondent à 12 p. 100 de la superficie de plancher, les oscillations de température sont excessives. Dans une construction lourde, les mêmes ouvertures produisent des écarts acceptables parce que les matériaux utilisés assurent également le stockage thermique. Il est alors possible d'accroître la taille des ouvertures solaires et de faire passer l'apport solaire à la charge thermique à 42 p. 100, comparativement à 28 p. 100 pour une ouverture solaire de 6 p. 100 de la superficie de plancher. Cette augmentation ne produit pas une réduction appréciable de la charge de chauffage puisque les pertes thermiques par la surface vitrée s'accroissent et annulent les gains solaires supplémentaires. Il faut donc avoir recours à du triple vitrage hautement performant pour réaliser des économies d'énergie importantes.

Les plaques de plâtre, matériaux les plus pratiques dans la plupart des situations, assurent le stockage thermique à peu de frais. Les instruments d'analyse peu complexes supposent généralement l'emploi d'un revêtement intérieur en plaques de plâtre. Recouvrir les plaques d'un enduit au plâtre, les poser en double couche ou en poser de plus épaisses ajoutera à leur capacité thermique. On recourt parfois à ces techniques dans les maisons traditionnelles parce qu'on juge qu'elles donnent une finition supérieure.

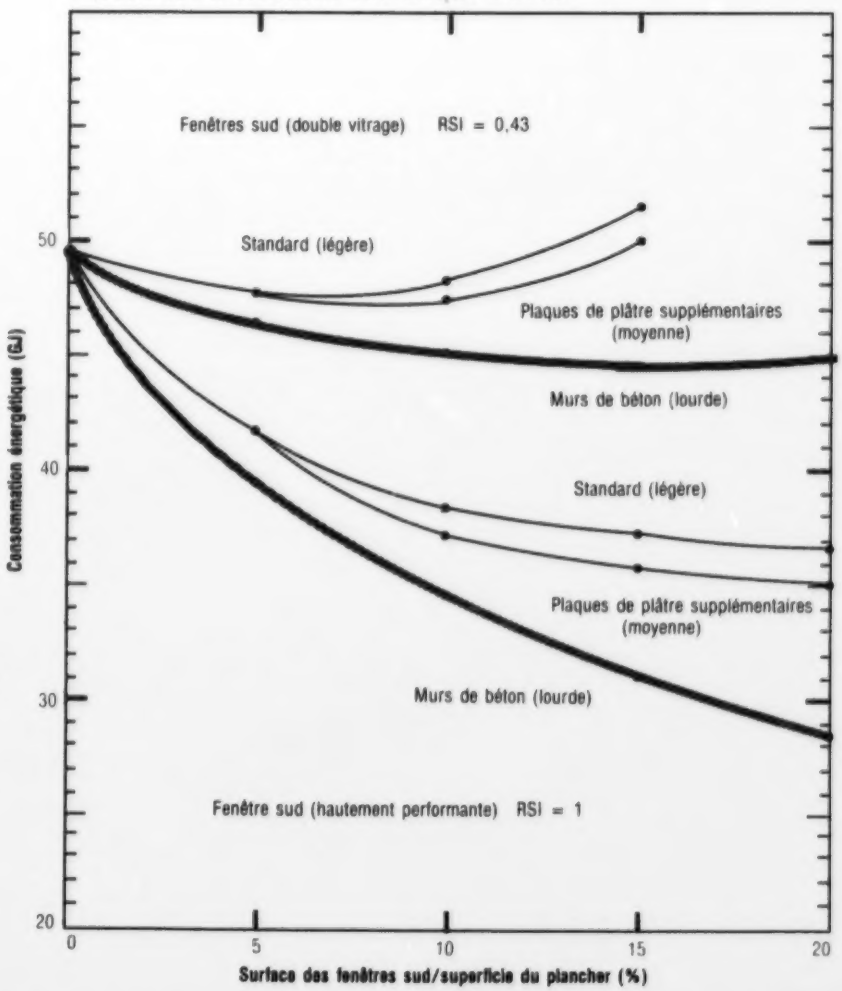
La maçonnerie, c'est-à-dire les briques, les pierres et les carreaux de céramique, emmagasine bien l'énergie thermique. Ainsi les carreaux de céramique peuvent constituer le revêtement de sol des pièces exposées au sud. Des murs de briques ou de pierres servent souvent à accroître la capacité de stockage des maisons solaires passives.

L'eau a d'excellentes propriétés de stockage thermique mais s'intègre difficilement à l'aménagement d'une pièce. Les serres comportent parfois des contenants d'eau empilés contre le mur du fond et des tubes translucides autoportants remplis d'eau. Il arrive également que l'on place des contenants d'eau décoratifs dans les aires habitées pour y stocker la chaleur. Les piscines intérieures constituent de bons accumulateurs thermiques; par contre, les cuves thermales et baignoires à hydromassage stockent mal la chaleur directe parce que l'eau qu'elles contiennent est gardée beaucoup plus chaude que la température ambiante.

Les matériaux à changement de phase absorbent de la chaleur en passant de l'état solide à l'état liquide ou d'un état cristallin à un autre, et en libèrent en revenant à leur état original. En se liquéfiant, un matériau capte la chaleur environnante sans changer de température. Par exemple, un verre d'eau glacée se trouvant dans une pièce chaude absorbe la chaleur ambiante, ce qui fait fondre la glace. La température de l'eau demeure pourtant la même, 0° C, jusqu'à ce que toute la glace ait fondu.

Les matériaux qui se liquéfient à la température ambiante peuvent servir à stocker la chaleur solaire. Pour les maisons solaires passives, ils présentent le double avantage d'emmagasiner beaucoup plus de chaleur par unité de volume que les matériaux dont la capacité de stockage dépend uniquement de leur masse thermique, sans pour autant élever la température de façon appréciable. Les matériaux à changement de phase utilisés pour le stockage thermique sont habituellement des paraffines ou des mélanges de sels minéraux, vendus en modules préfabriqués. Les fabricants étudient actuellement la possibilité de les intégrer aux matériaux de construction traditionnels comme les plaques de plâtre et les blocs de béton. Si la recherche connaissait un heureux dénouement, le stockage thermique par matériau à changement de phase constituerait un excellent moyen d'accroître l'apport solaire passif. (Voir la figure 14.)

Figure 14 Incidence de la masse thermique sur la consommation énergétique d'un bâtiment (Fenêtres à efficacité thermique élevée)



Comme on peut le remarquer, pour des fenêtres à double vitrage (RSI 0,43), l'augmentation de la masse thermique permet des économies d'énergie accrues. Cependant, aucune économie importante n'est réalisée quand le rapport entre la surface des fenêtres sud et la superficie de plancher dépasse 6 p. 100. Pour des fenêtres à vitrage hautement performant, l'augmentation de la masse thermique permet des économies de loin supérieures à 10 p. 100, mais rend difficile le contrôle des oscillations de température.

Méthodes empiriques pour choisir les matériaux de stockage

- **L'utilisation de plaques de plâtre plus épaisses que les plaques standards du côté sud de la maison contribue à accroître le confort des occupants.**
- **Si, par souci d'esthétique, de la maçonnerie massive tient lieu de revêtement, il est logique d'en exploiter la capacité de stockage.**
- **En général, il vaut mieux employer l'eau et une thermopompe pour stocker l'énergie à distance.**

Emplacement des matériaux de stockage

Une façon pratique de concevoir une maison solaire passive est de prévoir des matériaux de stockage supplémentaires dans les pièces qui recevront le rayonnement solaire direct. Une double couche de plaques de plâtre remplit souvent ce rôle, tout comme un élément décoratif tel un foyer en maçonnerie. Lorsque la capacité de stockage doit être accrue pour conserver les gains de chaleur excessifs et contrôler les oscillations de température, il est tout indiqué d'opter pour des ventilateurs pulsant l'air vers les matériaux de stockage à distance.

Méthodes empiriques pour déterminer l'emplacement des matériaux de stockage

- **Les matériaux de stockage ont une efficacité optimale s'ils reçoivent le rayonnement solaire direct.**
- **Plus la surface des matériaux est importante, plus grande sera leur capacité de stockage; des parois minces et grandes faites d'un matériau lourd sont préférables à de petites parois d'un matériau épais (plus de 100 mm d'épaisseur).**
- **Les matériaux de stockage thermique perdent leur efficacité s'ils sont recouverts d'un isolant comme un tapis.**

Stockage assisté mécaniquement

La maison requérant une capacité thermique supérieure à ce qu'il est pratique d'aménager dans la partie exposée au soleil peut emmagasiner ailleurs de l'énergie supplémentaire. En effet, le stockage s'effectuera efficacement dans les parties de la maison où le soleil ne pénètre pas directement à condition d'y amener une quantité suffisante de chaleur. Il faut pour cela déplacer de grands volumes d'air de la partie sud jusqu'aux matériaux de stockage, ce qui suppose généralement l'utilisation de ventilateurs et de conduits. La chaleur se libère ensuite passivement ou par des moyens mécaniques. (Voir la figure 15.)

Stockage à distance par air. Ce genre de stockage fait appel à un matériau massif, béton ou pierre concassée, ou à un matériau à changement de phase. Sa température doit être inférieure à celle de l'air servant à le réchauffer, puis dépasser celle de l'air ambiant, avant qu'il puisse chauffer la maison. De l'air chaud doit circuler par-dessus le matériau pour que celui-ci emmagasine la chaleur; le réchauffement s'effectue d'autant plus rapidement que la surface exposée est grande. Des plaques de plâtre en double couche ou plus épaisses que la norme, mises en œuvre du côté nord de la maison, constituent un moyen pratique d'assurer le stockage thermique, spécialement si elles sont nécessaires pour d'autres raisons.

Stockage au sous-sol. Puisque la plupart des maisons reposent sur des murs de sous-sol en béton coulé ou en blocs, il pourrait sembler pratique de mettre cette masse à profit pour stocker la chaleur. Toutefois, cette méthode soulève des difficultés : de la condensation se formera sur le béton si la température du sous-sol est beaucoup plus basse que celle de l'air réchauffé par le soleil et que le taux d'humidité est élevé. Un sous-sol ou un vide sanitaire, dont les parois extérieures et le plancher (par en-dessous) seraient complètement isolés de manière à réduire les pertes thermiques et les risques de condensation, pourrait être considéré comme un plénum pressurisé et servir à conserver la chaleur. Il s'agit d'une solution à retenir dans certains cas.

Les lits de stockage en pierres sont déjà employés pour emmagasiner la chaleur; ils sont tout indiqués pour les serres ou les solariums, où règnent d'importantes oscillations de température. Les **dalles de béton à noyau creux** s'utilisent également. L'air chaud est soufflé à travers les dalles de sorte que celles-ci se réchauffent et finissent par transmettre leur chaleur aux pièces au-dessus et en-dessous. Ces deux types de stockage offrent peu de chances d'être rentables, mais leur utilité s'accroît s'ils sont combinés à une source de chaleur d'appoint, comme un poêle à bois, pouvant de préférence atteindre une température assez élevée pour assurer le stockage en l'absence de chaleur solaire.

Stockage assisté par thermopompe

L'eau est une des substances accumulant le mieux la chaleur et la thermopompe un moyen hautement efficace de transférer les gains solaires à l'eau de stockage. Le stockage assisté par thermopompe présente aussi l'avantage d'augmenter considérablement la température, peu élevée, des gains solaires passifs, qui peuvent ainsi servir à divers usages. La thermopompe permet ainsi d'exploiter l'énergie solaire pour chauffer l'eau chaude sanitaire, une piscine, une cuve thermale ou une baignoire à hydromassage, et assurer le chauffage à eau chaude. Les systèmes solaires passifs peuvent tirer profit du refroidissement de l'air, sous-produit du transfert de chaleur, pour prévenir la surchauffe pendant les périodes de gains solaires. (Voir la figure 15.)

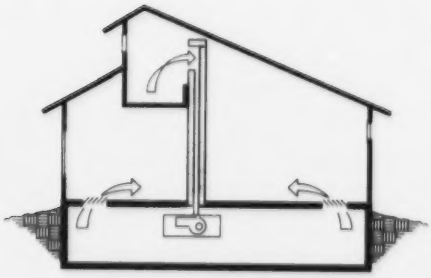
Quelques fabricants offrent des thermopompes air-eau se prêtant aux maisons solaires passives. Les installations destinées aux maisons solaires passives diffèrent des thermopompes air-air traditionnelles en ce sens qu'elles soutirent l'air chaud à l'intérieur de la maison pour stocker l'énergie dans l'eau. Leurs caractéristiques varient selon leur fabricant, mais le débit de la pompe n'est habituellement pas réversible : la récupératon de la chaleur s'effectue en puisant l'eau du réservoir, s'il s'agit de l'eau sanitaire, ou en la pompant dans un ventilo-convecteur ou un radiateur, pour le chauffage des pièces. Bien qu'il soit superflu dans la plupart des maisons solaires passives, le stockage assisté par thermopompe se révèle très utile pour les concepteurs qui tiennent à maximiser l'apport solaire.

Sommaire

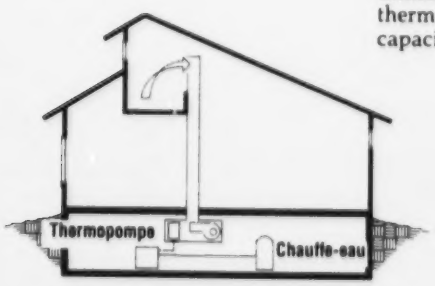
Toutes les maisons solaires passives doivent emmagasiner la chaleur. Les matériaux d'une maison peu fenestrée au sud fournissent parfois une masse thermique suffisante, mais souvent il faudra en augmenter la capacité de stockage. Plusieurs méthodes existent à cette fin; il peut pourtant s'avérer pratique d'en adopter plus d'une, plutôt que de tenter de satisfaire à tous les besoins de stockage avec un seul matériau. Les points suivants visent à faciliter le choix du matériau de stockage :

1. La première mesure consiste à accroître la masse thermique dans les pièces qui reçoivent le rayonnement solaire direct, à l'aide notamment de plaques de plâtre plus épaisses que la normale, d'un revêtement de sol en carreaux céramiques ou de murs en maçonnerie.
2. Si l'analyse démontre la nécessité d'accroître la capacité de stockage thermique, le stockage à distance assisté mécaniquement peut être employé. Les thermopompes utilisant l'eau comme accumulateur thermique offrent la plus grande capacité de stockage.

Figure 15 Stockage thermique assisté mécaniquement



Les gains solaires peuvent être emmagasinés en faisant circuler l'air chaud à travers la masse thermique et en le distribuant dans toute la maison.



La thermopompe extrait la chaleur de l'air ambiant, qui sert ensuite à chauffer l'eau sanitaire ou à la stocker pour chauffer les pièces.

5. Conception intégrée

L'efficacité de tout modèle de maison tient dans la façon d'agencer ses différents systèmes et fonctions pour former une entité architecturale. Cet énoncé s'applique particulièrement à l'architecture solaire passive, qui doit intégrer le captage solaire, la circulation de l'air et le stockage thermique avec les autres éléments d'une maison. Un modèle efficace dépend davantage d'une préparation minutieuse que des dépenses engagées; les outils d'analyse thermique maintenant à la disposition des concepteurs leur rendent la tâche relativement facile.

Disposition intérieure des lieux

La disposition intérieure des lieux influe sur l'efficacité des caractéristiques d'architecture solaire passive. Les méthodes empiriques décrites ci-dessous résument les points soulevés dans les chapitres précédents :

Méthodes empiriques pour choisir la disposition intérieure des lieux

- **Faire profiter du rayonnement solaire directe la plus grande partie possible de la maison.** Les principales aires habitables, salle de séjour, salle à manger et salle familiale, surtout, devraient bénéficier de l'ensoleillement.
- **Opter pour des plans ouverts, des pièces qui font toute la profondeur de la maison, du nord au sud, une cage d'escalier ouverte et un atrium contribuent à diffuser chaleur et lumière solaire dans la maison.** Si la majeure partie du rez-de-chaussée communique avec l'étage toutefois, il fera plus chaud au deuxième niveau à moins que des ventilateurs ne fassent circuler l'air.
- **Situer les murs intérieurs en maçonnerie dans les pièces du sud, qui reçoivent le rayonnement solaire direct.**
- **Aménager le moins de fenêtres possibles en façade nord.** Il vaut mieux éviter les grandes surfaces vitrées orientées à l'ouest. Les fenêtres des autres murs devraient optimiser la surface vitrée; ainsi, pour une ouverture donnée, une grande fenêtre est préférable à plusieurs petites. Les vitrages hautement isolants se caractérisent par une meilleure tenue en service générale que les vitrages traditionnels.

Intégration du captage, de la circulation et du stockage

Voilà trois composantes à assortir. Il est inutile de disposer d'une grande surface vitrée au sud si aucune circulation de l'air ni aucun stockage thermique ne sont assurés, car la zone sud surchauffera. De même, des ventilateurs puissants et des murs de maçonnerie ne serviront strictement à rien si la surface vitrée orientée au sud est insuffisante ou ombragée. Les méthodes empiriques concernant le captage, la circulation et le stockage permettent de concevoir un modèle à la hauteur de vos attentes. L'analyse thermique sert ensuite à fignoler les plans.

Installations de chauffage, de refroidissement et de ventilation

Une maison solaire passive requiert une installation de chauffage d'appoint en l'absence d'énergie solaire ou en cas d'épuisement de l'énergie stockée. Selon le modèle, de 60 à 75 p. 100 des besoins annuels de chauffage seront satisfaits par l'installation d'appoint. Une maison solaire passive s'accommode de n'importe quelle installation de chauffage à efficacité moyenne ou élevée. Le choix est en fait subordonné au modèle de maison. Quelques options figurent ci-dessous :

Les plinthes électriques se prêtent le mieux à une maison bien isolée de dimensions moyennes, se caractérisant par une charge thermique et des gains solaires restreints, mais aussi par une bonne circulation naturelle de l'air.

À défaut d'une circulation naturelle suffisante, **un générateur-pulseur d'air chaud** sera doublement utile, puisqu'il se chargera du chauffage et de la circulation; une installation de chauffage reliée à un réseau de conduits permet également de distribuer l'air de ventilation.

Dans une maison à faible charge thermique, il est possible de recourir à un **réservoir d'eau chaude sanitaire** pour le chauffage de l'eau et des pièces; il suffit d'amener une canalisation d'eau chaude du réservoir à un **ventilo-convecteur**, qui répartit l'air réchauffé par un réseau de conduits ordinaires.

Les panneaux rayonnants sont particulièrement utiles dans les solariums où ils compensent l'inconfort entraîné la nuit par les grandes surfaces vitrées.

Un modèle de maison complexe faisant appel à de grandes surfaces vitrées et à des caractéristiques luxueuses comme une baignoire à hydromassage ou une piscine nécessite habituellement une installation mécanique perfectionnée. Une piscine intérieure ou extérieure peut constituer la source chaude, ou de stockage, d'une **thermopompe** utilisant l'eau comme source froide.

Les maisons à chauffage solaire passif requièrent toutes une circulation d'air quelconque pendant les périodes de captage de l'énergie solaire, afin de distribuer la chaleur dans la maison et d'en refroidir la zone sud. Ce **refroidissement passif** suffit généralement toute l'année, car une maison solaire bien conçue n'a aucune raison de subir une surchauffe quelle que soit la saison. En été, il est conseillé d'ouvrir les fenêtres la nuit afin de rafraîchir la maison et de les fermer le jour, tout en tirant les tentures et en baissant les stores. Une thermopompe air-eau représente la solution tout indiquée s'il faut climatiser la maison. Certaines des nouvelles installations sur le marché peuvent assurer le chauffage des pièces et de l'eau sanitaire, la climatisation de la maison et le stockage de la chaleur.

Un système de ventilation forcée approvisionne la maison en air frais et en évacue l'air vicié. Un **ventilateur-récupérateur de chaleur (VRC)** constitue un moyen éconergétique d'obtenir la ventilation centrale. Une telle installation équilibrée réchauffe l'air de l'extérieur grâce à l'air vicié provenant de la salle de bain et de la cuisine. Il existe aussi l'**installation de ventilation d'extraction**, qui fait appel à une thermopompe pour récupérer la chaleur. L'air frais doit alors être admis séparément. La bibliographie dresse la liste de plusieurs publications sur la ventilation domestique et les ventilateurs-récupérateurs de chaleur.

Enveloppe éconergétique

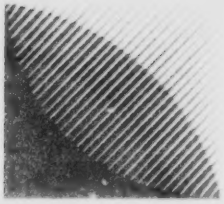
Pour afficher le comportement voulu, une maison solaire passive se doit d'être éconergétique. En effet, son enveloppe extérieure (fondations, murs et toit) doit être bien isolée et éviter le plus possible les ponts thermiques entre ses éléments constituants, en plus d'offrir une très grande étanchéité à l'air. Depuis quelques années, plusieurs techniques permettent de construire des maisons à ossature de bois efficaces sur le plan énergétique; elles sont d'ailleurs décrites en détail dans les publications énumérées à la fin de ce manuel. Il est primordial que le concepteur et le constructeur connaissent parfaitement les techniques de la construction éconergétique. Le degré d'isolation thermique optimale pour un modèle donné dépend de nombreux facteurs, dont le coût du combustible et des matériaux, et la période d'amortissement souhaitée. L'analyse thermique aidera à choisir la meilleure stratégie.

Conception assurant le confort -- Liste de vérification

La notion de confort regroupe un certain nombre de variables, non les moindres étant les occupants eux-mêmes qui ont chacun leur opinion sur la température, le taux d'humidité et l'éclairage idéaux. Pourtant, si la maison et ses installations mécaniques sont bien conçues, les occupants seront en mesure de modifier les conditions d'ambiance à leur guise.

Surchauffe en hiver

Aucune pièce de la maison ne doit atteindre une température inconfortable pendant la saison froide. Il faut trouver un équilibre entre les dimensions des ouvertures solaires, la capacité de stockage thermique et la circulation de l'air. Ce dernier élément, surtout, doit permettre de répartir les gains solaires et de prévenir la surchauffe dans certaines parties de la maison.



Surchauffe en été

Une maison solaire passive doit être conçue de façon à ne pas nécessiter de climatisation en été. Au besoin, on recommande de pourvoir les vitrages d'auvents, de surplombs ou de stores. La disposition des fenêtres ouvrantes doit favoriser une ventilation en diagonale et l'agencement permettre une bonne circulation naturelle de l'air. Si la climatisation s'avère nécessaire, l'appareil en question pourra s'ajouter à l'installation de chauffage à air pulsé, comme dans une maison traditionnelle. Une thermopompe air-eau faisant partie intégrante de l'installation mécanique servira également à conditionner l'air ambiant.

Refroidissement en hiver

La maison ne doit pas devenir trop froide la nuit. Par conséquent, il faut bien isoler l'enveloppe et prendre des précautions pour prévenir le refroidissement localisé près des fenêtres. La nuit, la déperdition de chaleur rayonnante par le verre cause de l'inconfort aux personnes assises près des fenêtres, même par température intérieure élevée. Une surface vitrée froide crée un mouvement de convection que les occupants perçoivent comme un courant d'air malgré l'étanchéité des fenêtres. Les tentures et les stores remédieront à une telle situation. On peut également poser au plafond ou aux murs des panneaux rayonnants qui, agissant comme appareils de chauffage d'appoint, compensent les déperditions calorifiques par les fenêtres. Enfin, les vitrages hautement isolants risquent moins de susciter de l'inconfort que les vitrages traditionnels.

Circulation de l'air

La circulation forcée de l'air ne doit pas entraîner d'inconfort. À la même température, l'air en mouvement semble plus frais que l'air immobile. Par conséquent, si un ventilateur fait circuler l'air à la température ambiante, les occupants de la maison ressentiront peut-être des courants d'air, surtout s'ils sont assis près d'un registre de sol. On peut prévenir cette situation en plaçant les bouches d'air en partie supérieure des murs ou au plafond. L'emploi de diffuseurs de climatisation plutôt que de grilles de bouche de chauffage contribue à disperser l'air en mouvement sans occasionner de courants d'air.

Contrôle de l'humidité

En hiver, la maison doit enregistrer un taux d'humidité relative modéré, soit environ 40 p. 100. L'air chargé d'un taux d'humidité relative élevé semble plus chaud que l'air sec se trouvant à la même température, d'où la possibilité d'abaisser le thermostat. Par contre, un taux d'humidité relative très élevé risque, en plus de causer de l'inconfort, d'endommager les fenêtres et les autres surfaces, en raison de la condensation. Les techniques de construction éconergétique diminuent les infiltrations d'air et accroissent le taux d'humidité intérieur en hiver. Une installation de ventilation contrôlée permet de régler efficacement l'humidité ambiante en augmentant ou en diminuant le taux de renouvellement d'air selon que le taux d'humidité est trop élevé ou trop bas. Le réglage du taux de renouvellement d'air devrait assurer des conditions confortables dans la plupart des maisons.

Dans les grandes maisons et les maisons où il n'y a pas d'enfants et où les occupants sont absents toute la journée, le taux d'humidité est parfois trop bas même après avoir réduit le débit de renouvellement d'air. Des mesures comme ajouter des plantes d'intérieur et évacuer à l'intérieur de la maison l'air de la sécheuse peuvent résoudre ce problème. Sinon, l'emploi d'un humidificateur est à envisager. Un taux d'humidité relative excessif est anormal et signale peut-être que le système de ventilation est sous-dimensionné ou défectueux.

Qualité de l'air

L'air de la maison doit être perçu comme frais plutôt que vicié et chargé d'odeurs. Le foyer doit être relié à un conduit d'amenée d'air extérieur et pourvu de portes vitrées pour réduire les risques que des émanations des produits de la combustion s'introduisent dans l'habitation. Les nouveaux générateurs de chaleur à haute efficacité, alimentés au gaz ou au mazout et dotés d'un ventilateur maintenant le tirage ou d'une prise d'air de combustion scellée, éliminent les risques de rupture de tirage et d'émanations des produits de la combustion. Il est tout indiqué de sceller les fissures des fondations et l'avaloir de sol pour prévenir l'infiltration de radon ou d'autres gaz souterrains. L'installation de ventilation doit approvisionner en air frais toutes les pièces habitables, spécialement les salles de séjour et les chambres à coucher. L'air vicié de la cuisine, de la salle de bains et de la salle de travail doit cependant être évacué avant qu'il ne contamine le reste de la maison. On aurait grandement intérêt à laisser sécher la peinture et les matériaux de construction et à aérer la maison à fond avant d'emménager. On pourra doter l'installation de ventilation d'un filtre à air dans le cas des gens particulièrement sensibles à la poussière, au pollen ou à d'autres particules.

Éblouissement

La maison doit être conçue de façon à réduire le désagrément attribuable à l'éblouissement. Ce problème se pose dans les pièces très éclairées, mais plus fréquemment encore dans les pièces où existent de grands contrastes de luminosité, surtout si une personne fixe son regard sur un objet éclairé à contre-jour par la fenêtre. Le risque d'éblouissement diminue quand plus d'un mur est percé d'une fenêtre. On conseille de peindre les murs adjacents aux fenêtres d'une couleur pâle pour qu'ils réfléchissent la lumière, et d'agencer les pièces consacrées à la lecture, à la couture ou à l'étude de manière à ce qu'elles jouissent d'une diffusion uniforme de la lumière.

Sommaire

Une bonne part des renseignements contenus dans la première partie de ce manuel représentent les règles de l'art en matière de conception d'habitation de tout genre; cependant, le concepteur ou le propriétaire éventuel d'une maison solaire passive doit prêter une attention spéciale à l'intégration des caractéristiques d'architecture solaire et à leur incidence globale sur le confort en général. Ce souci du détail se justifie d'une part puisque ce genre de maison doit offrir un confort et un comportement énergétique supérieurs et que, d'autre part, un mauvais équilibre entre le captage, la distribution, le stockage et les autres aspects éconergétiques peut se traduire par l'inconfort des occupants et un gaspillage d'énergie. On préconise de toujours faire usage d'instruments d'analyse pour évaluer le comportement d'un modèle avant d'amorcer la construction.

Information supplémentaire sur les outils d'analyse thermique

GRAPHEAT constitue un moyen simple et rapide d'évaluer le comportement d'une maison solaire passive. Elle est décrite dans deux publications de la SCHL intitulées MÉTHODE D'ÉVALUATION DU RENDEMENT THERMIQUE DES MAISONS et GRAPHSHADE, qu'il est possible d'obtenir de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

HOT-2000 (les versions antérieures sont connues sous le nom de HOTCAN) représente le programme pour micro-ordinateur le plus simple et le plus rapide sur le marché. Il est offert par L'Association canadienne des constructeurs d'habitations, suite 502, 200 rue Elgin, Ottawa, Ontario, K2P 1L5.

ENERPASS est un programme informatique qui fournit des simulations horaires en plus de résultats globaux pour chaque saison. Il peut analyser des modèles complexes ou vérifier les résultats d'autres programmes, spécialement lorsque que la conception est inhabituelle. ENERPASS est offert par Enermodal Engineering, 368, Phillip Street, Unit 2, Waterloo (Ontario) N2L 5J1.

Il est possible de comparer le rendement des **VENTILATEURS-RÉCUPÉRATEURS DE CHALEUR** sur le marché en se référant aux résultats d'essais satisfaisant à la norme CSA 439. L'installation doit être effectuée conformément à la norme CSA 444. On peut obtenir des renseignements supplémentaires en s'adressant à l'Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération, 5468 Dundas Street West, Suite 226, Islington (Ontario) M9B 6E3.

Modèles

Les 24 modèles de maisons présentés dans la seconde partie ont été mis au point par des concepteurs et des architectes canadiens, en vue d'un usage dans des villes du Canada. Ces maisons sont conçues de manière à capter l'énergie solaire pour le chauffage, et l'apport solaire total dans chacune d'elles varie entre 14 et 30 gigajoules.

•Ces modèles sont présentés pour trois raisons importantes:

•Ils constituent d'excellents choix de logements répondant à toute une gamme de besoins;

•Les lecteurs ne trouvant pas de modèle leur convenant pourront tout de même s'en inspirer;

•Même les personnes ne se proposant pas de construire une maison pourront, grâce à ces modèles, mieux comprendre certaines des exigences visant le chauffage solaire passif énoncées dans la première partie.

Les 24 modèles font l'objet d'une présentation uniforme; les pages suivantes donnent des précisions à ce sujet.

* 1 gigajoule (GJ), unité métrique d'énergie, équivaut à 278 kW/h.

Première page

Le modèle

Cette section donne un aperçu du modèle de maison, en soulignant quelques-unes de ses caractéristiques les plus intéressantes (sauf les particularités d'architecture solaire passive).

Particularités d'architecture solaire

Cette section traite des particularités d'architecture solaire passive du modèle de maison. Dans chaque cas, un tableau d'efficacité énergétique, expliqué en détail ci-après, est présenté.

Illustrations

La première illustration de chaque modèle montre la maison de la rue. Les illustrations apparaissant plus bas sur la page fournissent des détails sur son apparence, ainsi que sur les particularités d'architecture solaire.

Deuxième page

Cette page montre les plans du logement, accompagnés d'explications. Le sous-sol n'y figure pas à moins qu'une partie importante de la maison ne s'y trouve.

Le plus souvent, les plans sont présentés comme suit: le rez-de-chaussée se trouve en partie inférieure de la page, et l'entrée principale est parallèle au bas. Les plans des étages supérieurs sont placés au-dessus du plan du rez-de-chaussée (les plans de certaines maisons en bande n'ont pu être agencés de cette façon à cause de la configuration particulière des lieux; il a donc fallu placer l'entrée principale à droite de la page).

L'échelle de tous les plans, d'ailleurs indiquée à la page même, est identique, quoique celle des autres dessins varie.

Le sud est indiqué sur toutes les pages vu que la plupart des fenêtres de la maison sont orientées dans cette direction.

Des architectes et des concepteurs ont tracé les dessins des pages suivantes.

Il est à signaler que les concepteurs de maisons individuelles ont tracé eux-mêmes la plupart des dessins. Malgré la ressemblance des styles, il existe inévitablement de petites différences d'un architecte à l'autre. Par souci d'individualité, nous avons cru bon conserver ces traits distinctifs.

Tableaux de comportement énergétique

Pour chaque modèle, un petit tableau donne des précisions sur le comportement énergétique de la maison en divers endroits (trois ou quatre). Vu l'importance de ces données, il est essentiel de connaître leur signification.

La première colonne indique l'endroit, soit Vancouver, Ottawa, Regina et, à l'occasion, Toronto. Ces villes choisies à travers le Canada démontrent les différences de comportement énergétique.

La deuxième colonne rend compte de la **consommation annuelle d'énergie de chauffage**, exprimée en gigajoules, l'unité métrique correspondante. Ces chiffres permettent de comparer le coût du chauffage des divers modèles de maisons. La case de conversion des gigajoules en frais énergétiques explique comment calculer le coût probable du chauffage.

Il est à signaler que la deuxième colonne affiche la consommation d'énergie de chauffage après avoir tenu compte des gains solaires, donc la consommation nette d'énergie.

La troisième colonne présente l'**apport solaire**; il s'agit du rapport entre la quantité d'énergie solaire utilisée pour le chauffage et le total annuel des besoins énergétiques (à l'exclusion des gains solaires). Un pourcentage de 25 p. 100 est souvent considéré comme un objectif satisfaisant au moment de la conception; un pourcentage supérieur suppose un chauffage solaire passif efficace.

La quatrième colonne enregistre les écarts de température probables pendant une journée d'hiver claire et ensoleillée. Un écart de température inférieur à 6 °C ne causera probablement pas d'inconfort à moins d'abaisser davantage la température de la maison la nuit (en pareille situation, une oscillation de température de 6 °C signifie que la température intérieure pourrait atteindre jusqu'à 26 °C). Un écart de 7 °C ou plus est en général inacceptable, surtout s'il persiste.

Les besoins énergétiques, l'apport solaire et les écarts de température ont été calculés à l'aide de la méthode *Grapheat* (voir la bibliographie). Ces chiffres supposent donc:

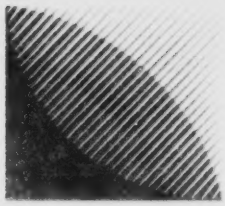
- que la maison est éconergétique, conformément aux *Mesures d'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments (1983);*
- que la chaleur captée circule bien dans la maison; et
- qu'il n'existe pas de masse de stockage thermique supplémentaire, sauf indication contraire.

Toutes ces maisons ont été conçues en fonction de villes précises (apparaissant en caractères gras pour chaque modèle); implantées là, elles se comporteront bien. Par contre, le comportement d'une maison devant être aménagée ailleurs devra faire l'objet d'une évaluation à l'aide de la méthode *Grapheat* ou d'un autre programme informatique approprié. Quelques petites modifications pourront s'imposer pour tirer le meilleur parti des gains solaires. Par exemple, un modèle pourrait subir des écarts de température extrêmes dans une zone climatique plus ensoleillée que celle à laquelle il était destiné. Par contre, il faudrait peut-être en accroître la fenestration dans d'autres localités.

Les données des tableaux des 24 modèles décrits ci-après illustrent bien l'importance de l'endroit. L'apport solaire et les écarts de température ont été calculés sans qu'aucune modification ne soit apportée au modèle relocalisé (sauf pour l'isolation, modifiée conformément aux *Mesures d'économie d'énergie (1983)*, lesquelles précisent différentes résistances thermiques selon le climat de l'endroit).

Aménager le modèle ailleurs qu'à l'endroit prévu peut parfois entraîner une surchauffe de la maison. Si une telle situation risque de survenir, il faudra réduire la surface vitrée au sud ou prévoir une masse de stockage thermique.

Le tableau 2 donne un aperçu du comportement énergétique des 24 modèles présentés ici.



Conversion des gigajoules en coût de l'énergie

Les tableaux de comportement énergétique du présent document précisent la quantité totale d'énergie supplémentaire nécessaire au chauffage de chacun des modèles; l'énergie y est exprimée en gigajoules, unités métriques d'énergie. Cette façon d'exprimer les besoins énergétiques est tout indiquée, puisqu'elle s'avère toujours exacte, peu importe la source d'énergie ou le genre d'installation de chauffage. Par contre, cette unité n'est pas comprise de beaucoup.

Il est simple de convertir les gigajoules en coût de l'énergie, mais il faut au préalable connaître ce qui suit:

- le prix local de l'énergie (qui s'obtient du fournisseur local);
- le rendement saisonnier de l'installation de chauffage prévue (se renseigner auprès du fournisseur de l'installation ou consulter le tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1

Rendement saisonnier de diverses installations de chauffage

Installations de chauffage	Rendement saisonnier
Générateur à gaz ordinaire (avec veilleuse)	67
Générateur à gaz à allumage électrique	70
Générateur à gaz à allumage électrique avec registre	75
Générateur à gaz (rendement moyen)	80
Générateur à gaz à condensation	93
Générateur au mazout ordinaire	65
Générateur au mazout (rendement moyen)	75
Générateur électrique (ou plinthes chauffantes)	100

Grâce à ces renseignements, il est possible de calculer le coût de l'énergie comme suit:

Mazout
Coût de l'énergie = nombre de gigajoules nécessaires au chauffage de la maison
x 0.004
x rendement saisonnier de l'installation de chauffage
x coût du litre de mazout

Gaz
Coût de l'énergie = nombre de gigajoules nécessaires au chauffage de la maison
x 0.0037
x rendement saisonnier de l'installation de chauffage
x coût du m³ de gaz naturel

Électricité
Coût de l'énergie = nombre de gigajoules nécessaires au chauffage de la maison
x 0.0036
x rendement saisonnier de l'installation de chauffage
x coût du kWh d'électricité

Tableau 2 Résumé du comportement énergétique de 24 modèles solaires passifs

INDIVIDUELLE

Modèle	Orientation de la façade de la maison	Surface de plancher (sauf la cave et le garage) (m²)	Consommation annuelle d'énergie de chauffage en fonction de la surface de plancher (à Ottawa) GJ	GJ par m² de surface de plancher	Apport solaire (à Ottawa) (%)	Écart de température (à Ottawa) (°C)
1	S	137	56.5	0.41	23.9	1.1
2	N	148	58.1	0.39	27.5	1.9
3	N	150	57.7	0.38	19.1	0.3
4	S	150	57.0	0.38	22.5	0
5	S	135	53.5	0.40	32.8	7.1*
6	N	148	56.4	0.38	28.7	3.8
7	S	143	66.0	0.46	35.3	10.4*
8	N	139	51.5	0.37	33.6	6.7*
9	N	142	54.5	0.38	36.4	10.1*
10	S	142	59.6	0.42	30.3	7.0*
		MOYENNE	57.1	0.40 (basée sur neufs modèles	29.0	4.8

JUMELÉE

Modèle	Orientation de la façade de la maison	Surface de plancher (sauf la cave et le garage) (m²)	Consommation annuelle d'énergie de chauffage en fonction de la surface de plancher (à Ottawa) GJ	GJ par m² de surface de plancher	Apport solaire (à Ottawa) (%)	Écart de température (à Ottawa) (°C)
11	N	121	42.7	0.35	26.1	1.5
12	N	122	43.9	0.34	30.1	5.0
13	S	129	46.3	0.36	23.8	1.8
14	S	139	55.6	0.40	23.3	1.0
15	S	144	52.2	0.36	27.5	6.8*
16	N	154	58.6	0.38	26.2	2.5
17	S	142	43.0	0.30	29.4	1.2
		MOYENNE	48.9	0.36	26.6	2.8

EN BANDE

Modèle	Orientation de la façade de la maison	Surface de plancher (sauf la cave et le garage) (m²)	Consommation annuelle d'énergie de chauffage en fonction de la surface de plancher (à Ottawa) GJ	GJ par m² de surface de plancher	Apport solaire (à Ottawa) (%)	Écart de température (à Ottawa) (°C)
18	S	134	38.6	0.29	28.8	6.8*
19	N	104	31.6	0.30	27.7	6.0
20	S	110	32.2	0.29	24.8	1.9
21	S	116	30.8	0.27	25.3	3.0
22	S	119	31.6	0.27	29.3	3.9
23	S	118	29.4	0.25	34.4	3.6
24	N	119	31.4	0.26	31.4	5.0
		MOYENNE	32.2	0.276	28.8	4.3
				MOYENNE GLOBALE DE L'APPORT SOLAIRE	28.0	

Nota : Les écarts de température de 7°C ou plus sont en général inacceptables et devraient être évités.

D'après le tableau 2, on peut tirer les conclusions suivantes:

L'apport solaire pour la majorité des modèles se situe en moyenne à 28 p. 100, variant entre 19,1 p. 100 et 36,4 p. 100 (calculs fondés sur les données valables pour Ottawa).

Pour la plupart des modèles, l'apport solaire n'entraîne pas d'écarts de température inacceptables; dans certains cas, des modifications pourraient toutefois s'imposer pour prévenir la surchauffe si l'on construisait le modèle à Ottawa (aucune surchauffe lorsque le modèle est construit où il était prévu à l'origine).

En moyenne, les maisons individuelles consomment annuellement 57,1 gigajoules (GJ) en énergie de chauffage, soit 0,4 GJ par m^2 de surface de plancher. Comme prévu, les maisons jumelées en requièrent moins. En fait, les sept modèles de maisons jumelées enregistrent une consommation annuelle moyenne de 48,9 GJ, l'équivalent de 0,36 GJ par m^2 de surface de plancher.

Encore une fois, comme on s'y attend, les maisons en bande exigent le moins d'énergie. Les sept logements décrits ici n'ont besoin annuellement que de 32,2 GJ en moyenne, c'est-à-dire 0.27 GJ par m^2 de surface de plancher, quantité bien inférieure à celle des maisons jumelées et individuelles.

Choix d'un plan

Le choix d'un modèle de maison peut se révéler difficile. Il est important de tenir compte d'une foule d'autres facteurs que le comportement énergétique, notamment la taille de la famille, ses besoins, son style de vie, le coût de la construction, les besoins spéciaux, entre autres l'accès aux personnes handicapées, s'il y a lieu, l'apparence extérieure. Toute personne n'ayant pas pris part à la conception de la maison doit se familiariser avec ces divers facteurs avant de fixer son choix sur un modèle. De nombreuses publications, dont certaines figurent dans la bibliographie ci-jointe, peuvent favoriser cet apprentissage.

Les modèles de logements en bande, jumelés et individuels ne se prêtent pas à toutes les situations; par exemple, leur superficie, de 104 à 157 m^2, varie considérablement. Tous sont conçus en fonction de rues allant d'est en ouest, et certains le sont pour le côté nord de la rue et les autres pour le côté sud. Même le comportement énergétique des maisons sur le plan solaire fluctue.

Au moment d'arrêter son choix, il faut toujours se rappeler que ces modèles se modifient facilement. Par exemple:

- Si le terrain le permet, le modèle peut être agrandi, ou encore réduit, dans une certaine mesure.
- L'apport solaire peut se modifier en augmentant ou en réduisant la surface vitrée au sud. Pour compenser, il faut d'ordinaire accroître la masse de stockage thermique ou prendre d'autres mesures. S'il s'agit d'une maison devant être construite dans une zone climatique autre que la zone prévue, ces modifications pourront se révéler essentielles pour maintenir le confort et tirer le meilleur parti de l'énergie solaire.
- Des modifications peuvent également être apportées aux pièces, par exemple, en changeant leurs dimensions ou leur agencement. Il faut cependant procéder minutieusement pour éviter de compromettre l'efficacité énergétique. De même, il faut tenir compte du trafic, des dimensions minimales des pièces et d'autres particularités soigneusement soupesées par les concepteurs des plans.

Bref, quoique ces modèles soient prêts à construire, ils peuvent tout de même être modifiés dans une certaine mesure pour répondre à des besoins particuliers. Qu'ils soient construits tels quels ou non, il est fortement recommandé, avant d'entreprendre la construction, d'obtenir d'un expert épures et devis. Ces dessins sont essentiels pour l'obtention du permis de construire et pour mener à bien les travaux.

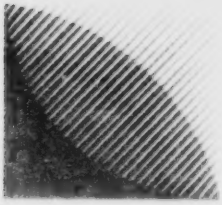
Détails d'exécution

La première partie préconise de conférer aux maisons solaires passives l'efficacité énergétique prévue par les *Mesures d'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments (1983)* publiées par le Conseil national de recherches du Canada. Les calculs de comportement effectués pour les 24 modèles supposent d'ailleurs la conformité à ces recommandations.

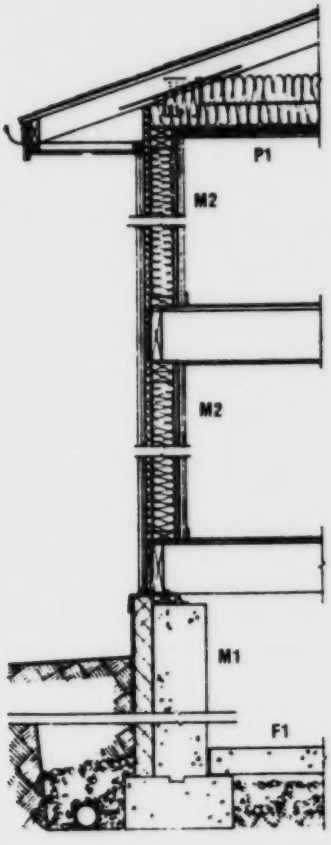
Par conséquent, étant donné que les détails d'exécution des modèles ne sont pas exposés ici et que les *Mesures d'économie d'énergie* exigent des techniques différant de la pratique courante, le document propose quatre modèles d'exécution représentatifs, destinés à quatre zones climatiques; on pourra toutefois recourir à d'autres méthodes.

Il est à signaler que les dessins prévoient une isolation thermique assez élevée, aussi continue que possible, pour éviter la formation de ponts thermiques dans les endroits non isolés. En outre, les dessins montrent une membrane de polyéthylène continue et scellée tenant lieu à la fois de pare-vapeur et de pare-air.

Pour obtenir de plus amples renseignements à ce sujet, voir la bibliographie.

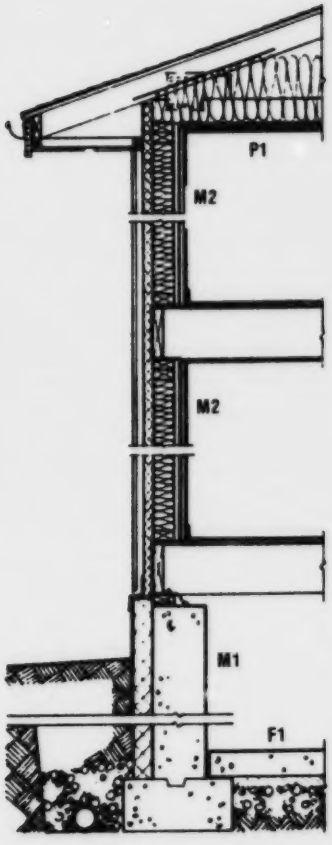


Détails d'exécution conformes aux mesures d'économie d'énergie (1983) construction à ossature ordinaire pour localités de 3 500 degrés-jours au plus (Vancouver (C.-B.))



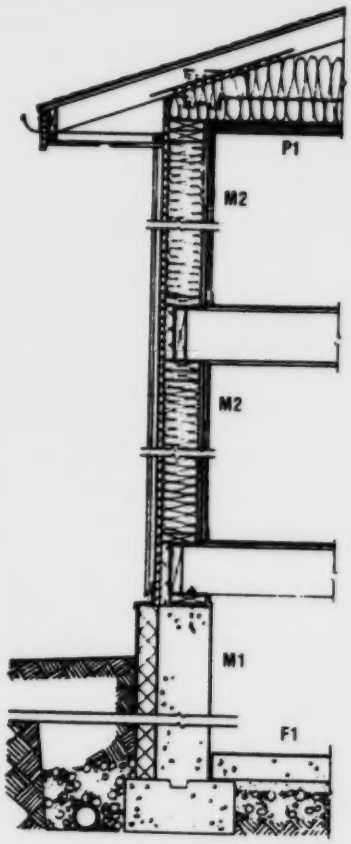
CODE D'ASSEMBLAGE	RÉSISTANCE THERMIQUE C°m²/W	RÉSISTANCE THERMIQUE REQUISE DE L'ASSEMBLAGE CONFORMÉMENT AUX MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (1983) C°m²/W	ÉLÉMENTS DE L'INTÉRIEUR VERS L'EXTÉRIEUR
F1	0.31	0.0	• dalle de plancher en béton • pare-vapeur en polyéthylène 0.15 mm • remblai de pierre concassée 125 mm sur sol non remanié
P1	5.00	4.7	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0.15 mm • fermes de bois à 600 mm d'entraxe Nota : pied de chevron surélevé pour laisser une lame d'air au-dessus de l'isolant • isolant de fibre projeté en place (RSI 4.68) • vide sous toit ventilé
M1	2.60	2.2	• mur de béton coulé 200 mm • mur imperméabilisé contre l'humidité • isolant rigide en panneaux (RSI 2.25, s'utilisant sous le niveau du sol) fixé mécaniquement au mur isolant se prolongeant jusqu'à la semelle • crépi de ciment 12 mm sur treillis métallique se prolongeant jusqu'à 200 mm sous le niveau du sol
M2	3.20	3.0	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0.15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • poteaux de bois, 39 x 89 mm à 400 mm d'entraxe, avec contreventement, selon le besoin • isolant de fibre en matelas (RSI 2.1) • revêtement d'ossature en panneaux isolants rigides 25 mm (RSI 0.70) • si le bâtiment est situé dans une région côtière, ménager une lame d'air en posant le bardage sur des fourrures en bois de 19 x 39 à 600 mm d'entraxe • bardage en bois ou en aluminium

Détails d'exécution conformes aux mesures d'économie d'énergie (1983) construction à ossature ordinaire pour localités de 3 500 à 5 000 degrés-jours Ottawa (Ontario)



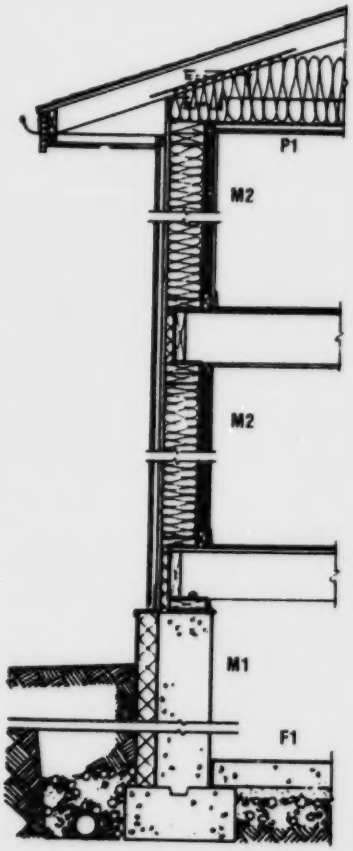
CODE D'ASSEMBLAGE	RÉSISTANCE THERMIQUE C°m²/W	RÉSISTANCE THERMIQUE REQUISE DE L'ASSEMBLAGE CONFORMÉMENT AUX MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (1983) C°m²/W	ÉLÉMENTS DE L'INTÉRIEUR VERS L'EXTÉRIEUR
F1	0.31	0.0	• dalle de plancher en béton • pare-vapeur en polyéthylène 0.15 mm • remblai de sable 25 mm • remblai de pierre concassée 125 mm sur sol non remanié
P1	6.75	6.4	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu de polyéthylène 0.15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • fermes de bois à 600 mm d'entraxe Nota : pied de chevron surélevé pour laisser une lame d'air au-dessus de l'isolant • isolant de fibre projeté en place (RSI 5.85) • vide sous toit ventilé
M1	2.60	2.2	• mur de béton coulé 200 mm • mur imperméabilisé contre l'humidité • isolant rigide en panneaux (RSI 2.25, s'utilisant sous le niveau du sol) fixé mécaniquement au mur isolant se prolongeant jusqu'à la semelle • crépi de ciment 12 mm sur treillis métallique se prolongeant jusqu'à 200 mm sous le niveau du sol
M2	3.82	3.6	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0,15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • poteaux de bois, 39 x 140 mm à 400 mm d'entraxe, avec contreventement, selon le besoin • isolant de fibre en matelas (RSI 2.1) • revêtement d'ossature en panneaux isolants rigides 19 mm (RSI 1,32) • si le bâtiment est situé dans une région côtière, ménager une lame d'air en posant le bardage sur des fourrures en bois de 19 x 39 à 600 mm d'entraxe • bardage en bois ou en aluminium

CODE D'ASSEMBLAGE	RÉSISTANCE THERMIQUE $C°m^2/W$	RÉSISTANCE THERMIQUE REQUISE DE L'ASSEMBLAGE CONFORMÉMENT AUX MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (1983) $C°m^2/W$	ÉLÉMENTS DE L'INTÉRIEUR VERS L'EXTÉRIEUR
F1	0.31	0.0	• dalle de plancher en béton • pare-vapeur en polyéthylène 0,15 mm • remblai de sable 25 mm • remblai de pierre concassée 125 mm sur sol non remanié
P1	6.20	5.6	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0,15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • fermes de bois à 600 mm d'entraxe Nota : pied de chevron surélevé pour laisser une lame d'air au-dessus de l'isolant • isolant de fibre projeté en place (RSI 6.40) • vide sous toit ventilé
M1	2.6	2.2	• mur de béton coulé 200 mm • mur imperméabilisé contre l'humidité • isolant rigide en panneaux (RSI 2,25, s'utilisant sous le niveau du sol) fixé mécaniquement au mur isolant se prolongeant jusqu'à la semelle • enduit de ciment 12 mm sur treillis métallique se prolongeant jusqu'à 200 mm sous le niveau du sol
M2	4.25	4.1	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0,15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • poteaux de bois, 39 x 89 mm à 400 mm d'entraxe, avec contreventement, selon le besoin lisse se prolongeant 39 mm au-delà de la solive de rive pour l'installation d'isolant rigide en panneaux 39 mm • isolant de fibre en matelas (RSI 3.52) • revêtement d'ossature en panneaux isolants rigides 39 mm (RSI 0.53) • si le bâtiment est situé dans une région côtière, ménager une lame d'air en posant le bardage sur des fourrures en bois de 19 x 39 mm à 600 mm d'entraxe • bardage en bois ou en aluminium



Détails d'exécution conformes aux mesures d'économie d'énergie (1983) construction à ossature ordinaire pour localités de 5 000 à 6 500 degrés-jours Regina (Saskatchewan)

CODE D'ASSEMBLAGE	RÉSISTANCE THERMIQUE $C°m^2/W$	RÉSISTANCE THERMIQUE REQUISE DE L'ASSEMBLAGE CONFORMÉMENT AUX MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (1983) $C°m^2/W$	ÉLÉMENTS DE L'INTÉRIEUR VERS L'EXTÉRIEUR
F1	0.31	0.0	• dalle de plancher en béton • pare-vapeur en polyéthylène 0,15 mm • remblai de sable 25 mm • remblai granulaire 125 mm sur sol non remanié
P1	7.34	7.1	• plaque de plâtre 12 mm • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0,15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • fermes de bois à 600 mm d'entraxe Nota : pied de chevron surélevé pour laisser une lame d'air au-dessus de l'isolant • isolant de fibre projeté en place (RSI 7) • vide sous toit ventilé
M1	2.6	2.2	• mur de béton coulé, selon l'épaisseur requise • mur imperméabilisé contre l'humidité • isolant rigide en panneaux (RSI 2,2, s'utilisant sous le niveau du sol) fixé mécaniquement au mur • crépi de ciment 12 mm sur treillis métallique se prolongeant jusqu'à 200 mm sous le niveau du sol
M2	5.13	4.5	• plaque de plâtre 12 mm • fourrures horizontales en bois 39 x 39 mm à 600 mm d'entraxe pour les fils électriques • isolant de fibre en matelas (RSI 0,98) maintenu entre les fourrures • pare-vapeur/pare-air continu en polyéthylène 0,15 mm avec mastic acoustique à tous les joints • poteaux de bois, 39 x 140 mm à 400 mm d'entraxe, avec contreventement, selon le besoin lisse se prolongeant de 39 mm au-delà de la solive de rive pour la mise en œuvre d'isolant rigide en panneaux de 39 mm • revêtement d'ossature en panneaux de fibre de bois 12 mm (RSI 0,23) • si le bâtiment est situé dans une région côtière, ménager une lame d'air en posant le bardage sur des fourrures en bois de 19 x 39 à 600 mm d'entraxe • bardage en bois ou en aluminium



Détails d'exécution conformes aux mesures d'économie d'énergie (1983) construction à ossature murale avec fourrures intérieures pour localités de plus de 6 500 degrés-jours Churchill (Manitoba)

MODÈLE UN

Le modèle

Cette maison de deux niveaux s'aménage du côté nord d'une rue est-ouest, dont la façade donne au sud. La superficie totale, sous-sol non compris, équivaut à 137 m².

Au rez-de-chaussée se trouve un séjour ensoleillé avec alcôve décorative en maçonnerie logeant un poêle à bois; la cuisine en U, avec garde-manger, communique avec le coin-repas et la salle à manger, laquelle comporte une porte-fenêtre s'ouvrant sur la terrasse arrière.

L'étage comprend une grande chambre principale avec salle de bain attenante (3 appareils) et penderie suffisamment spacieuse pour servir d'aire d'habillage, ainsi que deux chambres, la salle de bain principale et un palier ouvert.

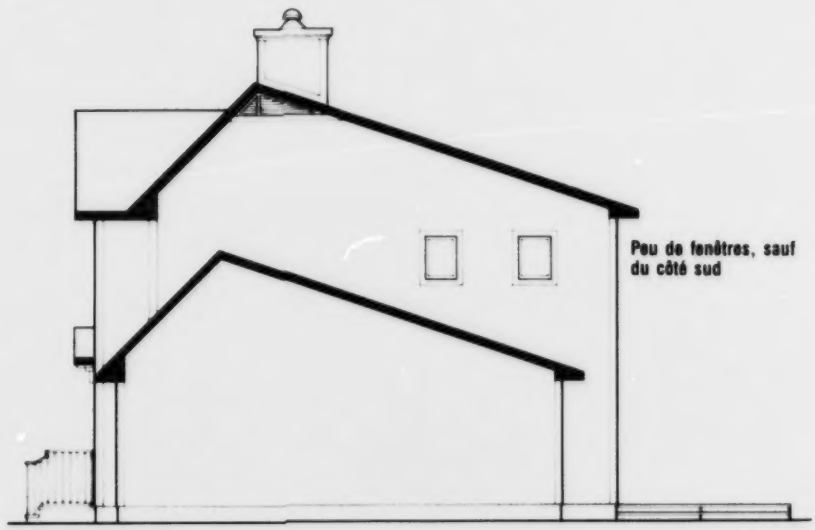
Vue de la rue (côté sud de la maison)

Particularités d'architecture solaire

La plupart des fenêtres donnent au sud, sur la rue. Les autres côtés de la maison comportent peu de vitrage, mais presque toutes les pièces de la maison reçoivent la lumière de jour.

La caractéristique d'architecture solaire la plus frappante de ce modèle d'élégance traditionnelle réside dans son aire d'ensoleillement à l'entrée s'élevant sur toute la hauteur de la maison, sur laquelle s'ouvrent le rez-de-chaussée, le hall d'entrée et l'escalier menant à l'étage.

Une reprise d'air pour le générateur-pulseur, placée en partie supérieure de l'étage, permet de faire recirculer la chaleur solaire passive (ainsi que la chaleur du poêle à bois). La compacité de la maison favorise la circulation et l'efficacité énergétique.



Côté est de la maison

Maison compacte maximisant l'efficacité énergétique

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	33,0	23,7	5,0
Ottawa	36,5	23,9	1,1
Regina	67,7	29,3	0
Toronto	**48,9**	**22,9**	**2,9**

*** Pour calculer le coût, voir la section portant sur la conversion des gigajoules en coût de l'énergie.**

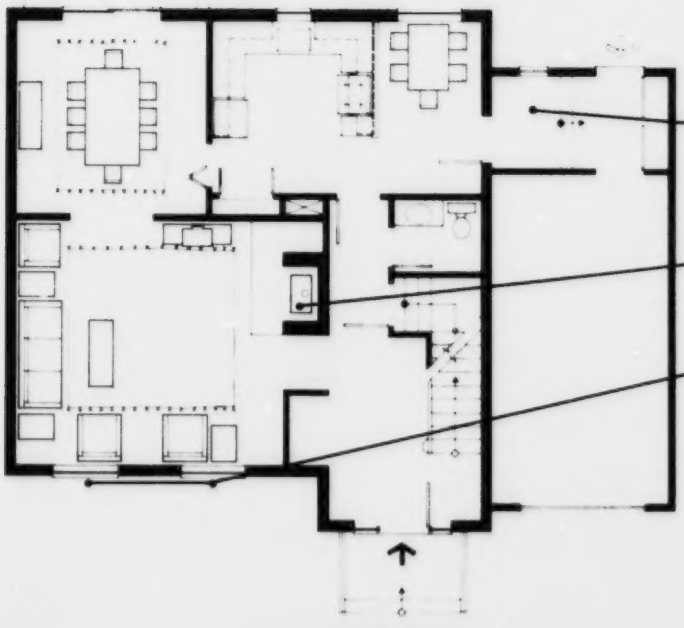
ÉTAGE

Palier s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement avec vue sur l'entrée et l'extérieur

Bouche de reprise en partie supérieure de l'aire d'ensoleillement aidant à faire circuler la chaleur solaire passive

Surface vitrée surtout disposée du côté sud de la maison

REZ-DE-CHAUSSÉE



Genre de "sas" non chauffé permettant d'accéder au garage et à la cour arrière par la cuisine

Attrayante alcôve en maçonnerie avec poêle à bois servant pour le chauffage d'appoint

Surface vitrée en grande partie du côté sud de la maison

ENTRÉE PRINCIPALE

S

0 1 2 3 4

MÉTRES

MODÈLE DEUX

Le modèle

Il s'agit d'une maison de deux niveaux à construire du côté sud d'une rue est-ouest, dont l'arrière donne au sud. Sa superficie correspond à environ 148 m², sans compter le sous-sol.

Au rez-de-chaussée, le hall d'entrée donne sur l'escalier en L menant à l'étage et la salle à manger éclairée par une fenêtre en saillie au sud. Le vaste séjour, s'étendant de part en part de la maison, est agrémenté d'une alcôve décorative en maçonnerie intégrant un poêle à bois. La cuisine en U est attenante au coin-repas ensoleillé grâce à la porte-fenêtre donnant accès à la terrasse arrière.

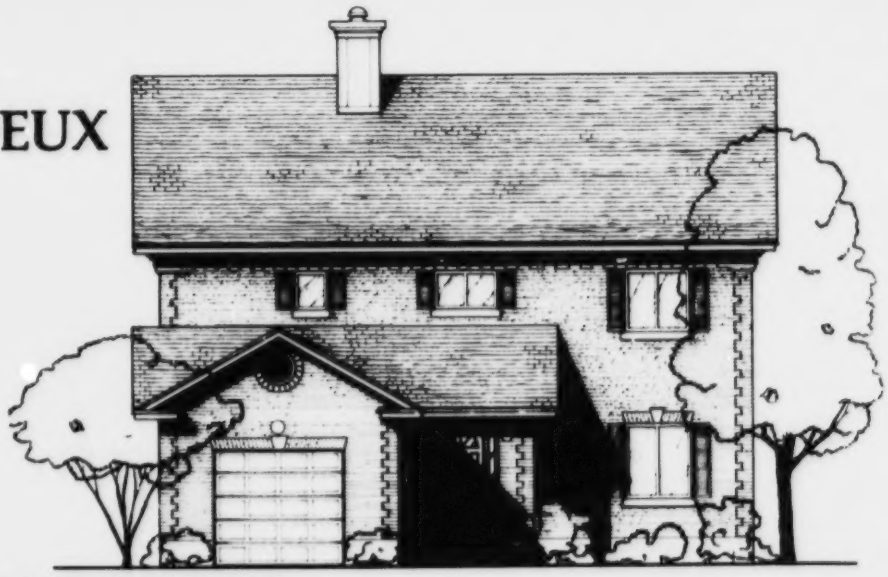
L'étage regroupe la chambre principale avec salle de bain complète attenante, deux chambres et un cabinet de travail transformable en chambre d'enfants ou salle d'habillage.

Les plans détaillés de la maison prévoient l'installation d'un ventilateur-récupérateur de chaleur pour assurer un apport constant d'air frais.

Particularités d'architecture solaire

Pour tirer parti de l'ensoleillement, le côté sud de la maison offre une grande surface vitrée, dont la porte-fenêtre du coin-repas et la fenêtre en saillie de la salle à manger. Cependant, le côté nord de la maison compte juste assez de fenêtres pour éclairer les pièces naturellement et conférer à la façade de la maison une belle apparence depuis la rue. Aucune fenêtre n'est disposée du côté ouest, mais deux petites le sont du côté est.

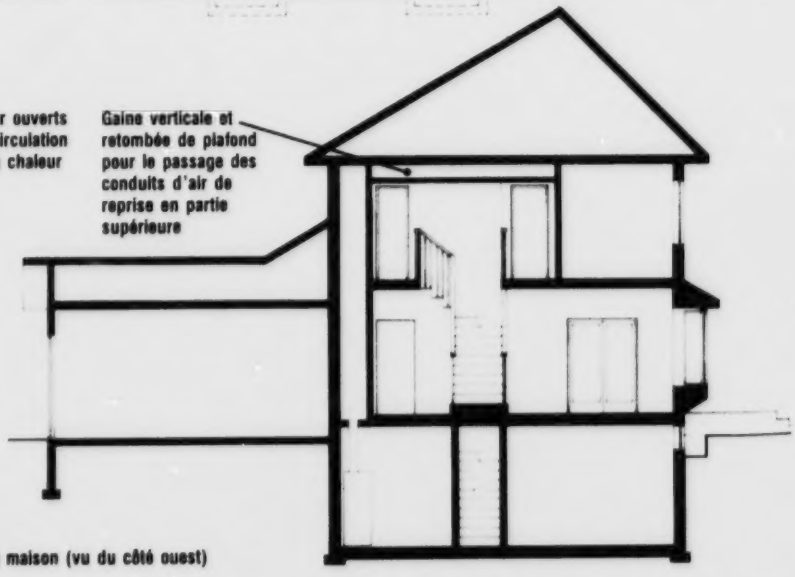
L'aire ouverte du rez-de-chaussée favorise la circulation de la chaleur solaire dans les principales pièces. En outre, l'escalier ouvert, d'aspect très agréable, permet à l'air de circuler naturellement jusqu'à l'étage. La circulation naturelle est facilitée par la compacité du modèle, laquelle maximise l'efficacité énergétique du bâtiment. Enfin, l'installation de chauffage à air pulsé contribue également à distribuer la chaleur solaire grâce au ventilateur fonctionnant constamment et à la reprise d'air placée haut.



Vue de la rue (côté nord de la maison)

Grande surface vitrée au sud fournissant un apport solaire à la charge thermique d'environ 30 p. 100

Côté sud de la maison

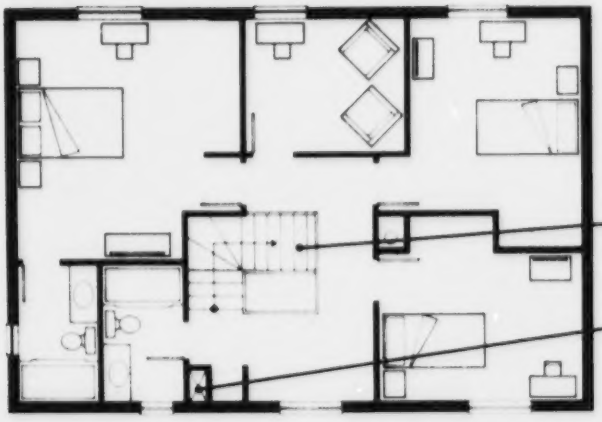


Aire et escalier ouverts favorisant la circulation naturelle de la chaleur solaire

Gaine verticale et retombée de plafond pour le passage des conduits d'air de reprise en partie supérieure

Intérieur de la maison (vu du côté ouest)

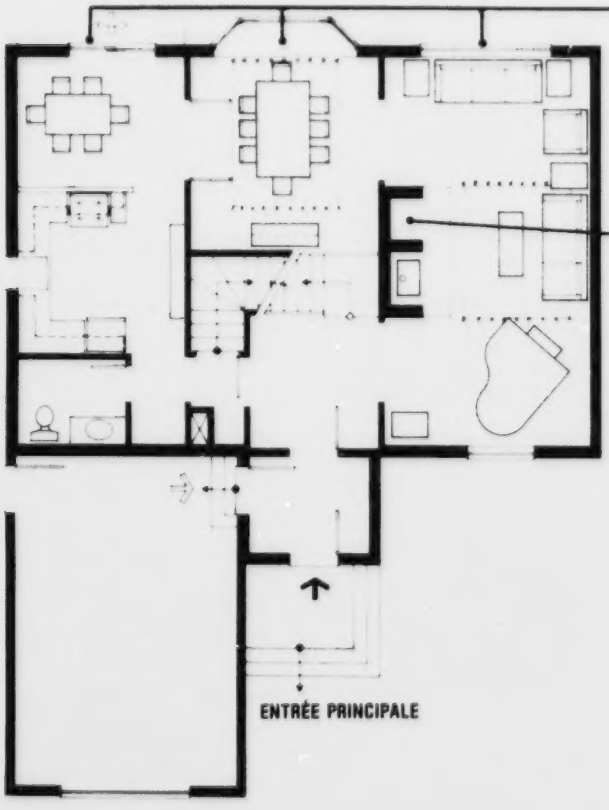
ÉTAGE



Escalier ouvert avec vue sur le rez-de-chaussée

Gaine verticale pour réseau de conduits

REZ-DE-CHAUSSÉE



Surface vitrée surtout du côté sud de la maison

Séjour de part en part de la maison, avec poêle à bois servant pour le chauffage d'appoint

Aire ouverte favorisant la circulation d'air

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	34,5	30,9	6,9
Ottawa	58,1	27,9	1,9
Regina	78,9	38,0	0
Toronto	**58,2**	**28,9**	**3,5**

0 1 2 3 4

MÈTRES

MODÈLE TROIS

Le modèle

Les fenêtres de la maison donnent pour la plupart au sud. Les fenêtres du côté nord sont juste assez grandes pour éclairer suffisamment et conférer une belle apparence extérieure à la maison du côté de la rue. Deux fenêtres sont situées du côté est, mais aucune ne se trouve à l'ouest.

La grande surface vitrée au sud constitue l'élément architectural le plus frappant de la maison; elle s'élève sur les deux niveaux et, grâce à une ouverture au-dessus de la salle familiale, se prolonge jusque dans la pièce de détente à l'étage. Cet agencement favorise considérablement l'apport solaire et la circulation naturelle de la chaleur.

Le toit, aménagé en pente de 45°, est conçu expressément pour l'installation ultérieure d'un capteur solaire pour l'eau chaude ou de cellules photo voltaïques. Quant à l'aménagement paysager, il est préférable de planter des arbres à feuilles caduques pour réduire les gains thermiques en été et tirer le meilleur parti du rayonnement solaire en hiver.

Particularités d'architecture solaire

Cette maison de deux niveaux s'aménage du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière faisant face au sud. Ce modèle requiert un terrain de 18 m de largeur en raison de la disposition latérale du garage à une place.

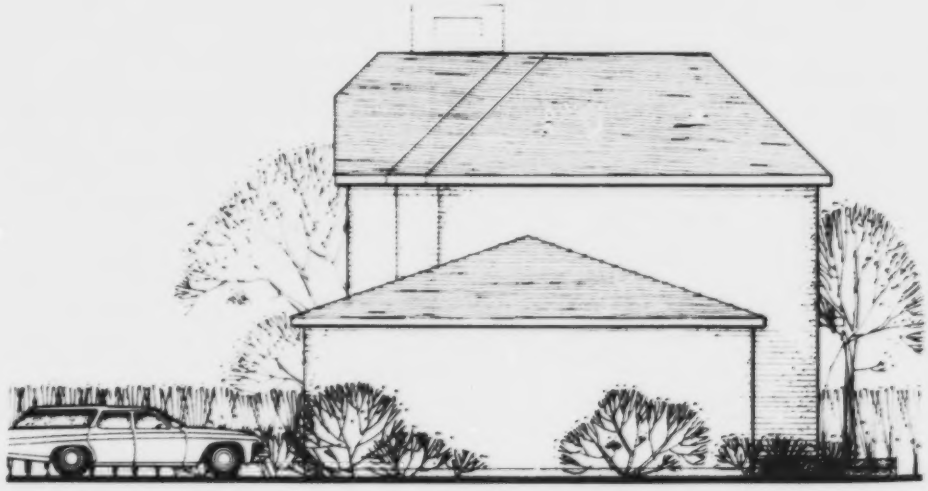
La surface de plancher, sous-sol non compris, représente 150 m². Dans le hall central, un escalier partiellement ouvert s'élève au milieu de la maison. Le rez-de-chaussée comporte une grande cuisine attenante à la salle à manger et au coin-repas; la salle familiale communique avec le coin-repas et le séjour.

À l'étage sont réunis la chambre principale, deux chambres et une pièce de détente pouvant également servir de chambre.

Vue arrière (coté sud de la maison)

Toit présentant une pente de 45° pour l'installation ultérieure de capteurs solaires pour l'eau chaude ou de cellules photovoltaïques

Surface vitrée s'élevant sur deux niveaux pour éclairer et réchauffer l'aire d'ensoleillement



Côté ouest de la maison

Arbres à feuilles caduques projetant de l'ombre pendant l'été

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

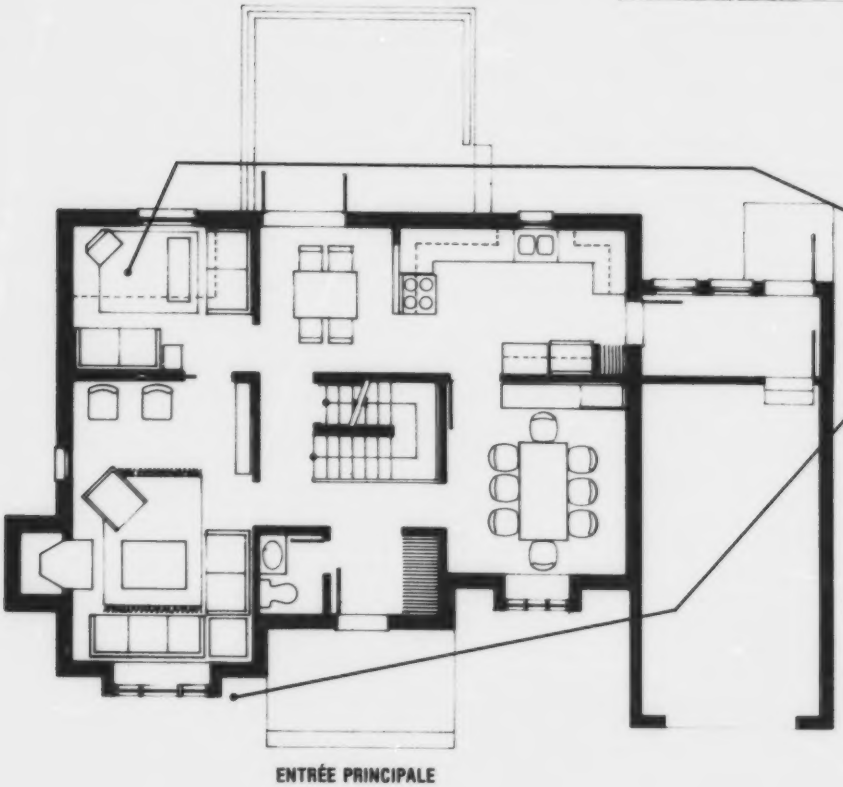
Vancouver	33.2	24.3	3.7
Ottawa	57.7	19.1	0.3
Regina	66.5	20.8	0
Windsor	**23,1**	**20,7**	**2,0**

ÉTAGE

Aucune fenêtre du côté ouest pour minimiser les pertes de chaleur et prévenir la surchauffe en fin d'après-midi

Pièce de détente avec vue sur la salle familiale en bas et sur l'extérieur grâce à la grande fenêtre

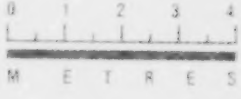
REZ-DE-CHAUSSÉE



Aire au-dessus de la salle familiale donnant sur la pièce de détente à l'étage

Fenêtres en saillie rehaussant l'aspect de la maison autant de l'intérieur que de l'extérieur

ENTRÉE PRINCIPALE



MODÈLE QUATRE

Le modèle

Cette maison à deux niveaux s'aménage du côté nord d'une rue est-ouest; elle requiert un terrain de 18 m de largeur, compte tenu de la disposition latérale du garage.

Sa superficie totale correspond à environ 150 m², sans compter le sous-sol. Le rez-de-chaussée comporte un hall central, un séjour, une salle à manger, un coin-repas, une salle familiale, une salle de toilette. L'entrée arrière communique avec le garage et la terrasse.

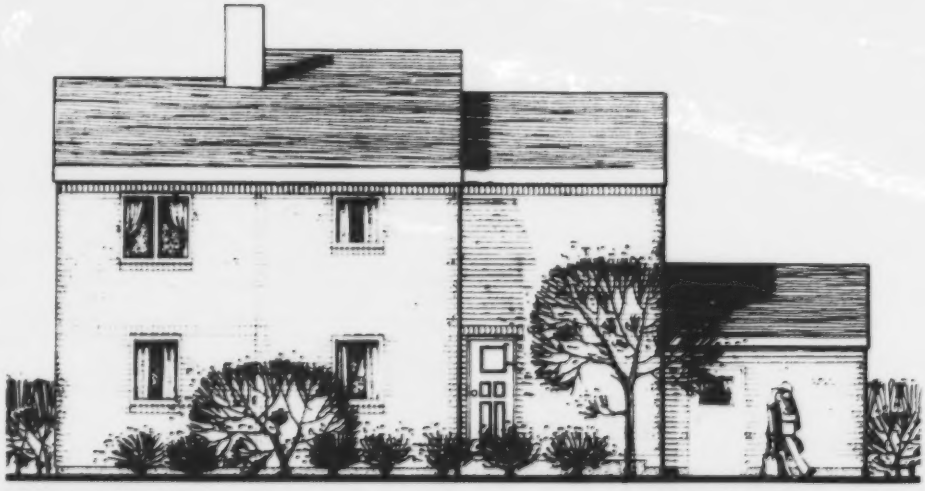
L'étage regroupe la chambre principale avec salle de bain attenante, deux autres chambres et une seule aire ouverte pouvant servir aux jeux. L'arrière de l'aire de jeux est aménagé en mezzanine dominant la salle à manger.

Vue de la rue (côté sud de la maison)

Particularités d'architecture solaire

La surface vitrée se trouve en majeure partie du côté sud. Les côtés est et ouest ne comportent aucune fenêtre, et le côté nord n'en compte que très peu.

Au sud, une fenêtre en saillie attire l'œil. Cette maison affiche une caractéristique tout à fait particulière : ses fenêtres hautes à l'étage, laissant le soleil entrer directement dans l'aire de jeu et éclairant tout en réchauffant la salle à manger, grâce à l'espace ouvert.



Côté nord de la maison

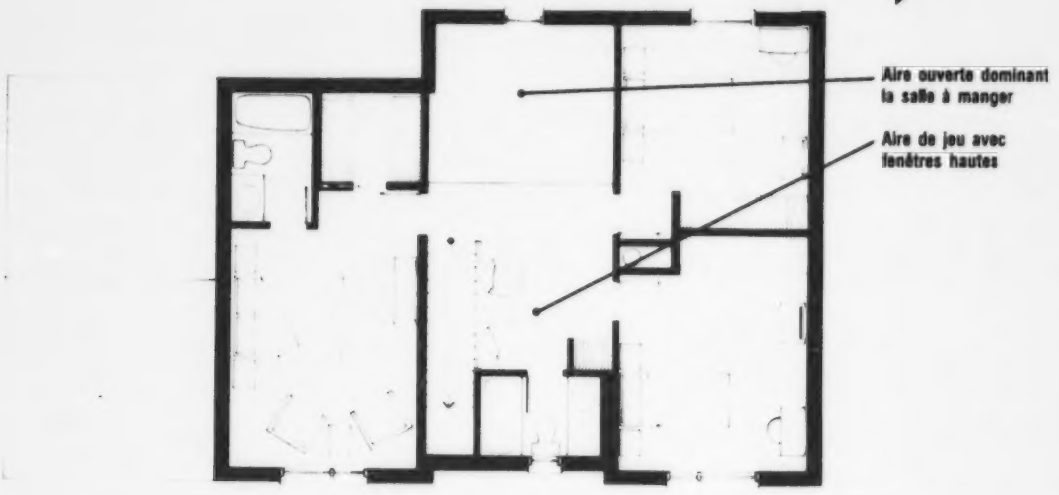
Arbres d'ombrage concentrés surtout dans la cour arrière pour tirer le meilleur parti de l'ensoleillement l'hiver

Côté nord comptant très peu de fenêtres

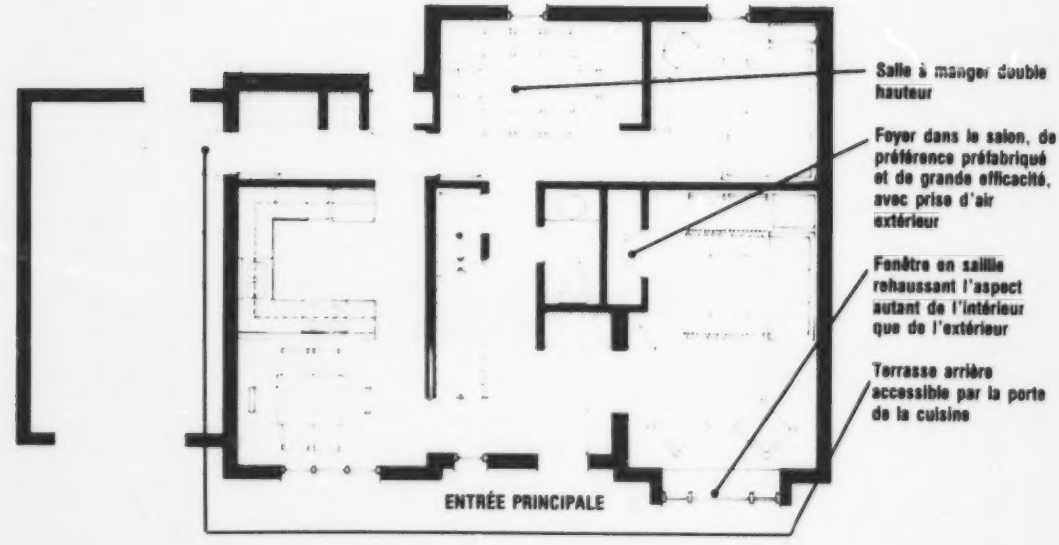
COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	20.7	22.5	3.7
Ottawa	57.0	22.9	0
Regina	78.7	20.2	0
Windsor	**27.8**	**22.3**	**1.2**

ÉTAGE



REZ-DE-CHAUSSÉE



S

0 1 2 3 4
MÈTRES

MODÈLE CINQ

Le modèle

Cette maison à deux niveaux se construit du côté nord d'une rue est-ouest, la façade donnant sur la rue, au sud. Sa superficie totale représente 135 m², sans compter le sous-sol.

Le rez-de-chaussée se répartit comme suit: séjour et salle à manger du côté ouest; cuisine, coin-repas, salle de toilette, salle familiale et entrée de service du côté est. Le séjour comporte un foyer et est surmonté d'un plafond en voûte.

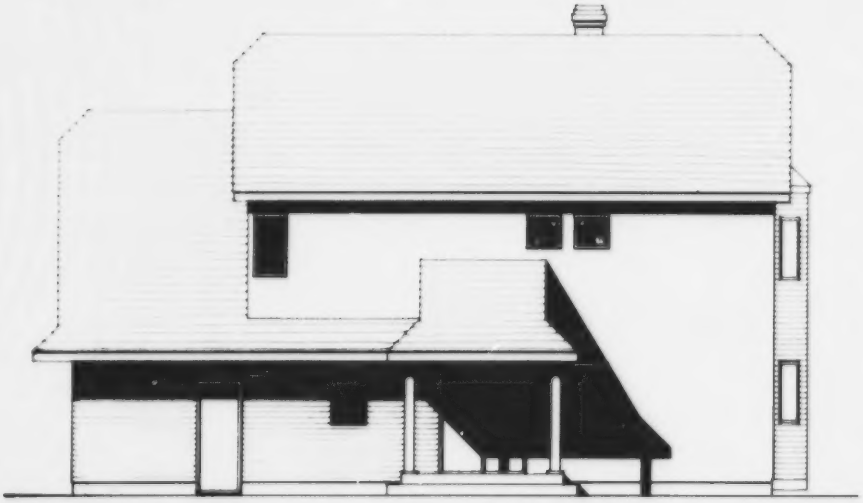
À l'étage, l'aire habitable, c'est-à-dire la chambre principale avec salle de bain attenante et deux autres chambres, est aménagée dans la zone arrière de la maison; le versant du toit peut ainsi descendre à l'avant jusqu'au rez-de-chaussée. En outre, le genre de petit vestibule où mène l'escalier peut servir de coin de lecture ou de rangement.

Vue de la rue (côté sud de la maison)

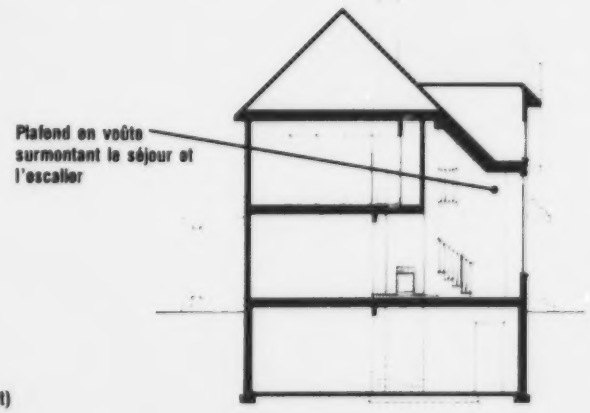
Particularités d'architecture solaire

Ce modèle comprend une grande surface vitrée, disposée surtout au sud. Sa caractéristique la plus frappante réside dans le plafond en voûte du séjour. Les fenêtres se prolongeant jusqu'à l'étage contribuent à l'apport solaire, et l'escalier ouvert permet à l'air de circuler naturellement.

La surface de vitrage équivaut en tout à 13 m². Afin de prévenir la surchauffe, le modèle prévoit le stockage de la chaleur dans des matériaux constituant une masse thermique; par exemple, les murs est et ouest intérieurs sont revêtus de brique dans le séjour, la salle à manger et la salle familiale. En outre, un parement de brique agrémente également le pourtour du logement du foyer adossé à l'escalier. Les autres murs et le plafond de la zone sud de la maison incorporent une double épaisseur de plaques de plâtre (bien que cette masse suffise à empêcher la surchauffe à Regina, ville à laquelle est destiné le modèle, elle ne l'empêchera pas ailleurs; pour remédier à la situation, il faut prévoir une masse thermique plus considérable ou moins de fenêtres).

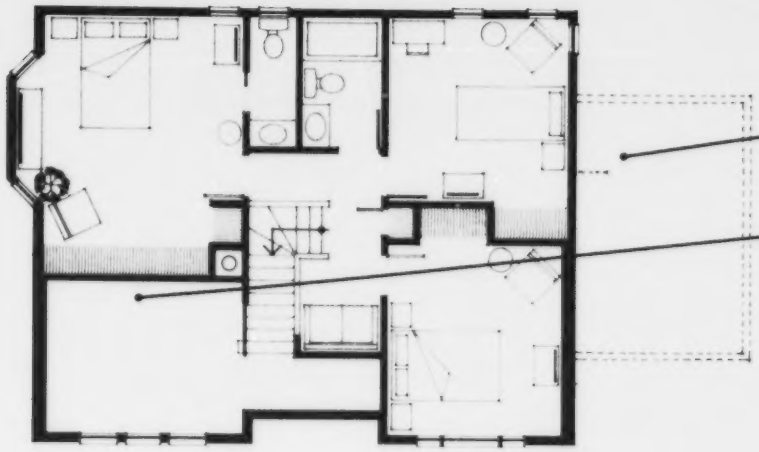


Vue arrière (côté nord de la maison)



Intérieur (vu du côté ouest)

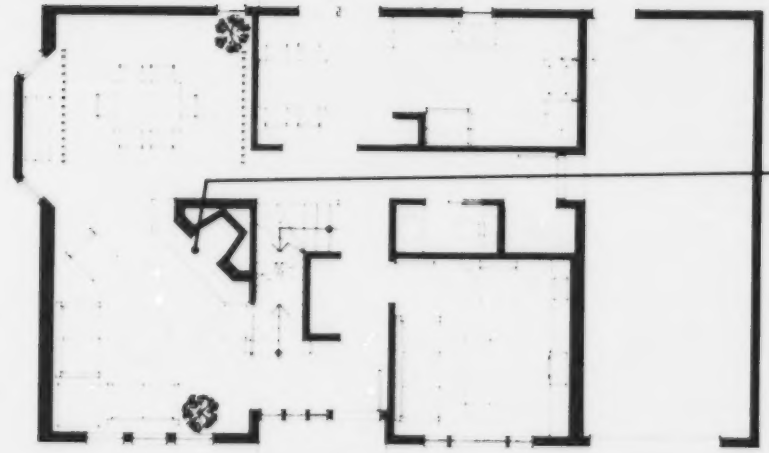
ÉTAGE



Vide sous toit attenant à l'aire habitable pouvant être aménagé ou servir de rangement.

Possibilité d'ouvrir la chambre principale sur le séjour; la circulation d'air serait améliorée et la vue agréable

REZ-DE-CHAUSSÉE



Foyer du salon, de préférence préfabriqué, avec prise d'air extérieur

Murs parés de brique ou à deux épaisseurs de plaques de plâtre pour le stockage thermique

S

ENTRÉE PRINCIPALE

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	31,6	37,2	12,0*
Ottawa	53,5	32,8	7,1*
Regina	**82,7**	**34,0**	**6,0**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe

0 1 2 3 4

METRES

MODÈLE SIX

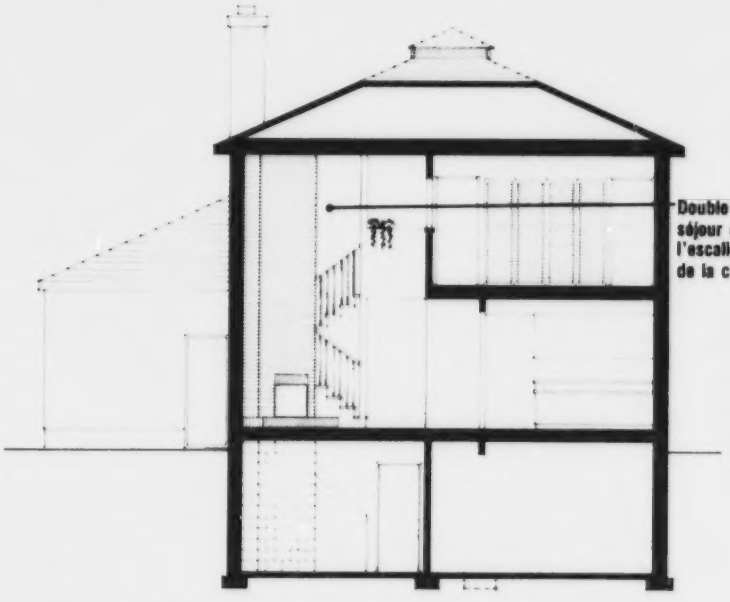
Le modèle

Cette maison à deux niveaux s'aménage du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. Elle peut se construire sur un terrain très étroit de 14 m de largeur seulement.

Sa surface de plancher, sans tenir compte du sous-sol, correspond à 148 m². Il s'agit d'un modèle à aire ouverte, dont le séjour s'élève sur deux étages. Un comptoir coin-repas sépare la cuisine et la salle à manger, celle-ci communiquant avec le séjour. Le rez-de-chaussée comporte également une salle familiale, une salle de toilette, ainsi qu'une entrée donnant accès au garage.

À l'étage, la chambre principale comporte une salle de bain attenante et une baie pourvue de volets donnant sur le séjour; le couloir en mezzanine s'ouvre également sur le séjour. En outre, l'étage réunit deux autres chambres et une salle de bain complète.

Côté sud de la maison



Double hauteur du séjour où s'élèvent l'escalier et le logement de la cheminée

Intérieur (vu du côté sud)

Particularités d'architecture solaire

Comme à l'ordinaire dans une maison solaire passive, le fenestrage se concentre surtout au sud. Malgré l'étroitesse de la façade orientée au sud (à cause du terrain), la surface vitrée est suffisamment grande pour satisfaire à 30 p. 100 des besoins de chauffage de la maison (selon l'endroit).

Pour prévenir la surchauffe, le modèle prévoit une masse thermique plus considérable en faisant appel à des blocs de béton de 100 mm intégrés dans les murs est et ouest, de même que dans le logement du foyer et de la cheminée exposée s'élevant sur toute la hauteur de la maison. De même, d'autres surfaces intérieures du côté sud incorporent une double épaisseur de plaques de plâtre pour accroître la masse thermique.

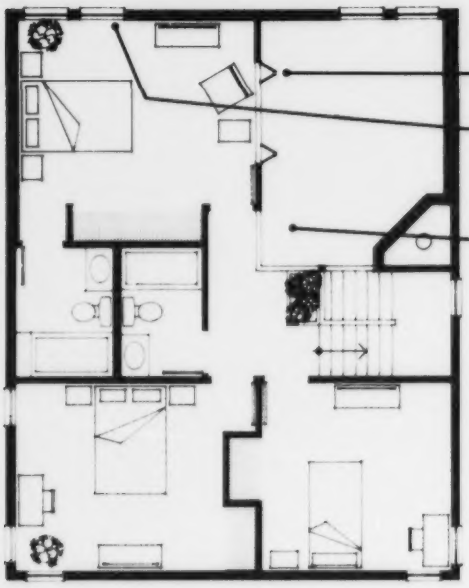
L'agencement de la maison facilite la circulation naturelle de l'air en ce sens que le séjour réparti sur deux niveaux permet à l'air de se rendre du rez-de-chaussée jusqu'à la chambre principale et au couloir de l'étage. En outre, grâce à la cuisine et la salle à manger communicantes au rez-de-chaussée, la chaleur solaire se distribue dans toute la maison. Par contre, la circulation naturelle de l'air est restreinte dans les chambres du côté nord.

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	32.2	33.9	7.8*
Ottawa	56.4	28.7	3.8
Regina	**69,6**	**26,6**	**3,8**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe

ÉTAGE



Volets de la chambre principale s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement

En cas de surchauffe, possibilité de mettre en place des auvents escamotables à l'étage

Couloir en mezzanine s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement, avec vue sur le séjour et l'extérieur

Petite lingerie s'arrêtant à la hauteur du garde-corps

REZ-DE-CHAUSSÉE

Entrée arrière dans le séjour; possibilité d'aménager un solarium au lieu du porche arrière

Foyer préfabriqué avec prise d'air extérieur

S

ENTRÉE PRINCIPALE

0 1 2 3 4

M E T R E S

MODÈLE SEPT

Le modèle

Cette maison à deux niveaux s'aménage du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale orientée au sud. Le terrain doit mesurer au moins 17 m de largeur. La superficie du logement correspond à 143 m², sans compter le sous-sol partiel. Ce modèle à mi-étages latéraux convient à un terrain plat ou en pente.

L'aspect le plus frappant de cette habitation réside dans la hauteur du séjour et du hall d'entrée, s'élevant sur deux niveaux. Un foyer se trouve dans le séjour communiquant avec la salle à manger. Ces deux pièces sont aménagées dans la partie surélevée du rez-de-chaussée regroupant également la cuisine et le coin-repas où une porte-fenêtre s'ouvre sur la cour arrière. En contrebas se retrouvent la salle familiale, la salle de toilette et une aire de service avec accès au garage.

À l'étage, la chambre principale, avec penderie spacieuse et salle de toilette attenante, est aménagée en contrebas. La partie surélevée comprend deux chambres, dont une s'ouvre sur le séjour et l'aire d'ensoleillement. Le couloir en mezzanine donne également sur cette aire.

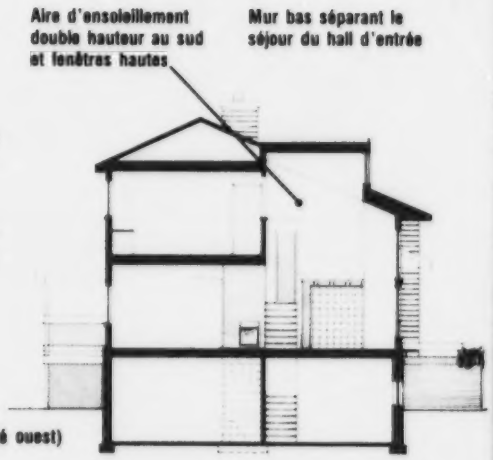
Vue de la rue (côté sud de la maison)

Particularités d'architecture solaire

La chaleur captée par la surface vitrée de 10 m² au sud peut satisfaire à près de 40 p. 100 (selon l'endroit) des besoins de chauffage, mais il faut toutefois prévoir une masse de stockage thermique supplémentaire afin d'empêcher la surchauffe. Par conséquent, les murs des séjour, salle à manger et salle familiale sont revêtus de brique, la salle familiale repose sur une dalle sur terre-plein en béton, et toutes les surfaces du côté sud incorporent une double épaisseur de plaques de plâtre (ces mesures sont tout indiquées pour Regina, ville à laquelle est destinée la maison; ailleurs, il faudra accroître la masse thermique ou réduire la surface vitrée pour empêcher la surchauffe).

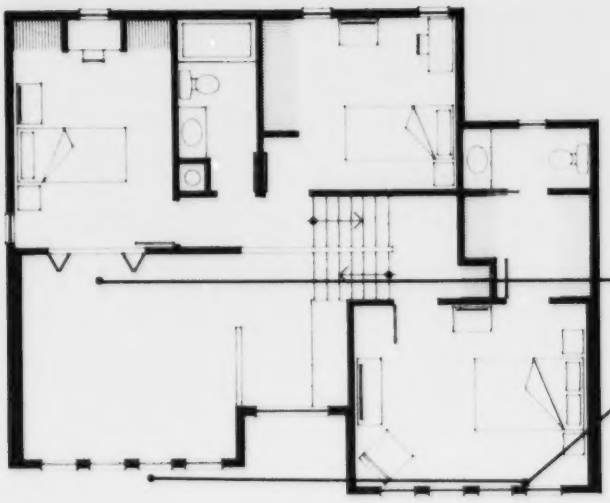
Côté nord de la maison

La hauteur de l'espace ouvert, sur lequel s'ouvre la partie arrière de l'étage, favorise la circulation naturelle de l'air, tout comme l'agencement des aires ouvertes du rez-de-chaussée permet à la chaleur de circuler naturellement. Enfin, l'installation de chauffage à air pulsé maximise la circulation naturelle.



Intérieur (vu du côté ouest)

ÉTAGE

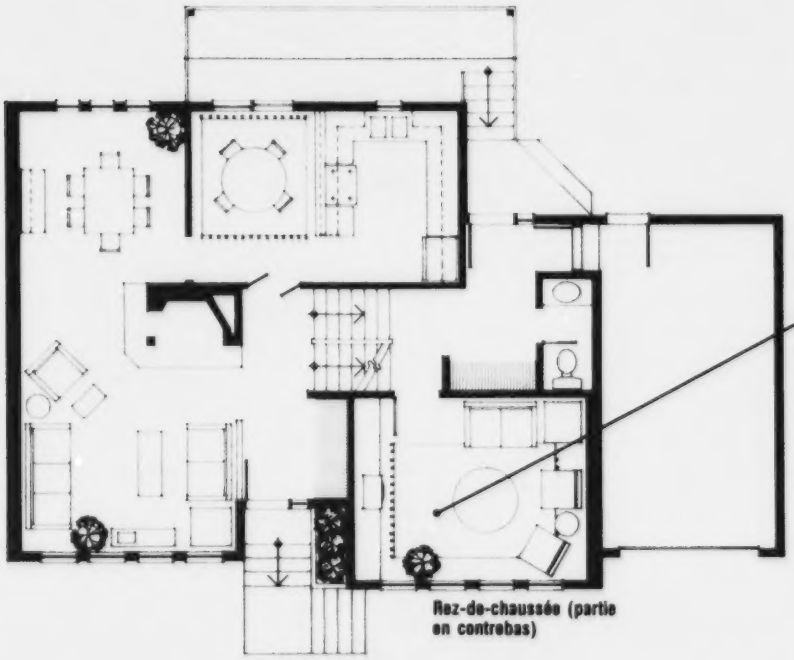


Chambre et couloir s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement; volets dans la chambre pour plus d'intimité

Auvents de toile escamotables ou autre pare-soleil en cas de surchauffe

Étage (partie en contrebas)

REZ-DE-CHAUSSÉE



Aire ouverte favorisant la circulation d'air

Salle familiale construite sur une dalle sur terre-plein servant de masse de stockage thermique

Rez-de-chaussée (partie en contrebas)

ENTRÉE PRINCIPALE

S

Installation à air pulsé pour prévenir la surchauffe

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	38,3	40,2	15,0*
Ottawa	64,0	35,3	10,4*
Regina	78,7	38,4	5,8

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe.

0 1 2 3 4

MÈTRES

MODÈLE HUIT

Le modèle

Cette maison à deux niveaux s'implante du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière orientée au sud. Quoique le mur longitudinal soit exposé au sud, ce modèle très compact peut tout de même se construire sur un terrain de seulement 15 m de largeur.

Sa superficie de 139 m² exclut le sous-sol. Au rez-de-chaussée se trouve un séjour, agrémenté d'un foyer, très bien éclairé par des fenêtres en saillie. La cuisine, assez spacieuse pour englober un coin-repas, jouit d'une grande surface vitrée et d'une porte-fenêtre donnant sur la terrasse arrière. Une salle à manger, une salle familiale et une salle de toilette complètent le rez-de-chaussée.

L'étage regroupe la chambre principale avec salle de bain attenante, deux autres chambres et la salle de bain principale. L'escalier est ouvert et le petit couloir en mezzanine domine l'entrée avant.

Vue de la rue (côté nord de la maison)

Particularités d'architecture solaire

La surface vitrée au sud correspond à 15 m². Étant donné que les couloirs, l'escalier et les aires de service se trouvent au nord, les pièces principales profitent directement de la chaleur solaire, sauf la salle à manger et une chambre à l'étage. Le parement de brique des murs est et nord du séjour (foyer compris) et des murs ouest et sud de la salle familiale constitue une masse thermique supplémentaire, tout comme la double épaisseur de plaques de plâtre des autres murs et du plafond des pièces situées au sud.

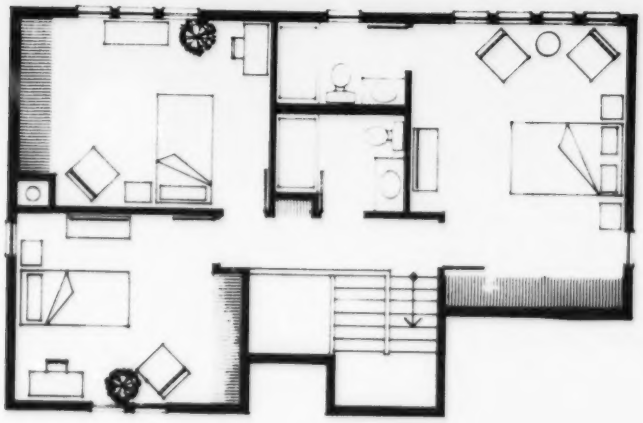
Côté sud de la maison

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

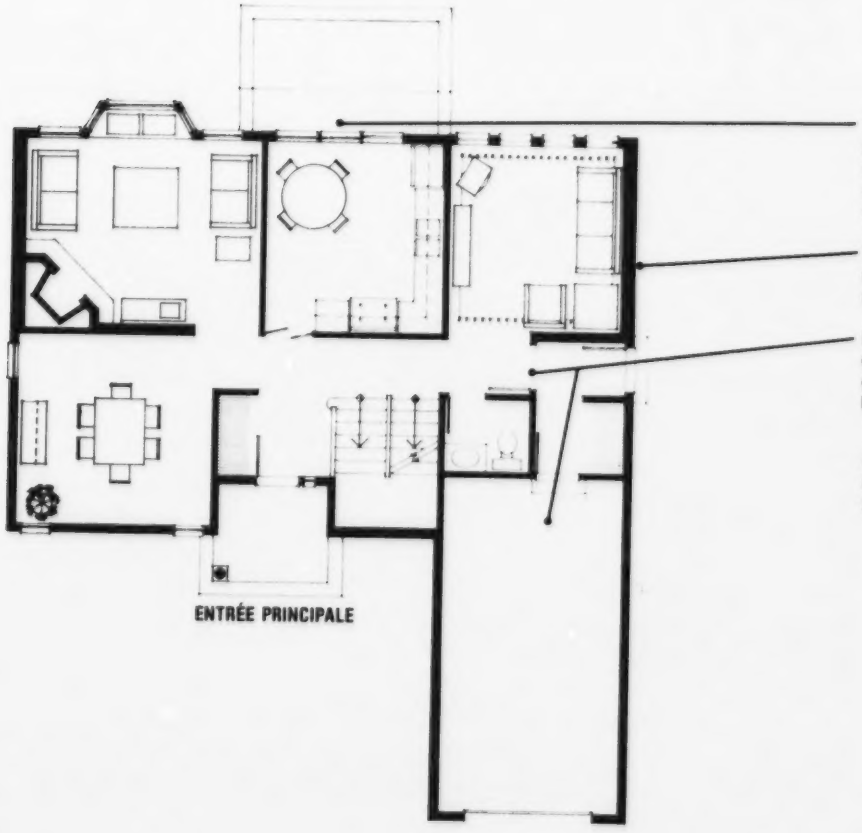
Vancouver	31,5	37,7	11,2*
Ottawa	51,5	33,6	6,7
Regina	**63,9**	**32,9**	**5,1**

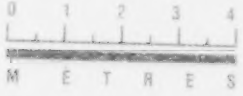
*** Mesures à prendre pour éviter la surchauffe**

ÉTAGE



REZ-DE-CHAUSSÉE





MODÈLE NEUF

Le modèle

Cette maison à deux niveaux se construit du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. Elle peut s'aménager sur un terrain de 15 m de largeur, mais il serait préférable que celui-ci mesure davantage en raison de la terrasse sur le côté.

La surface de plancher équivaut à 142 m², sous-sol non compris. Au rez-de-chaussée, la salle à manger et le séjour communicants et ouverts sont aménagés autour d'un foyer indépendant central. La terrasse extérieure est accessible du séjour. La double hauteur de la salle à manger produit un effet saisissant. La cuisine et la salle familiale en contrebas ne sont séparées que par un comptoir-repas et une marche.

À l'étage, le couloir et une des chambres s'ouvrent sur la salle à manger. La chambre principale avec salle de bain attenante et vaste penderie, de même que deux autres chambres se trouvent à l'étage.

Particularités d'architecture solaire

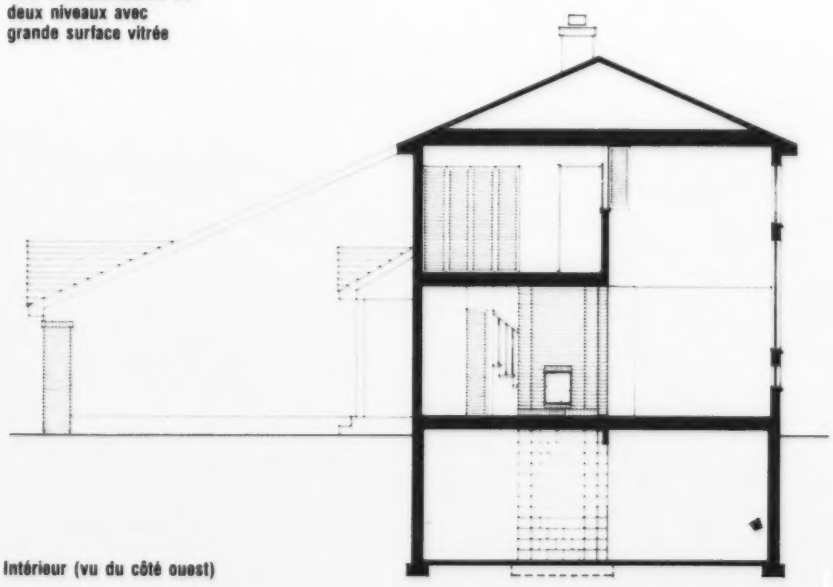
La surface vitrée au sud s'étend sur 19 m². Très peu de fenêtres sont ménagées sur les autres côtés. Par conséquent, l'apport solaire à la charge thermique correspond à environ 40 p. 100 (selon l'endroit). Pour empêcher la surchauffe, un parement de brique tout autour du foyer et sur le mur nord de la cuisine et salle familiale sert de masse thermique. Tous les autres murs et le plafond du côté sud incorporent une double épaisseur de plaques de plâtre.

La caractéristique la plus frappante de la maison réside dans l'aire d'ensoleillement de la salle à manger double hauteur favorisant l'apport solaire et la circulation naturelle de la chaleur. Ce modèle peu profond et ouvert où les aires habitables sont bien agencées du côté sud, permet aux principales pièces de bénéficier des gains solaires.

Cette maison exige une installation à air pulsé pour éviter la surchauffe. Si la maison est construite ailleurs qu'à l'endroit prévu à l'origine, il faudra accroître la masse thermique ou réduire la surface vitrée.

Côté sud de la maison

Aire d'ensoleillement de deux niveaux avec grande surface vitrée



Intérieur (vu du côté ouest)

Chambre à l'étage s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement; possibilité de fermer l'ouverture avec des volets pour plus d'intimité

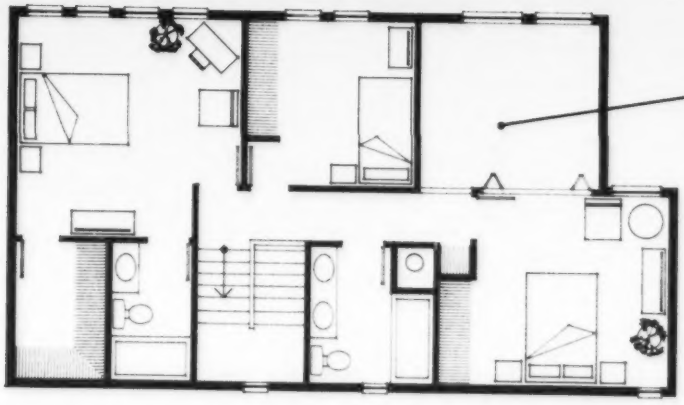
COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	31,4	41,2	13,3*
Ottawa	54,5	36,4	10,1*
Regina	**61,8**	**41,1**	**5,0**

*** Mesures à prendre pour empêcher la surchauffe**

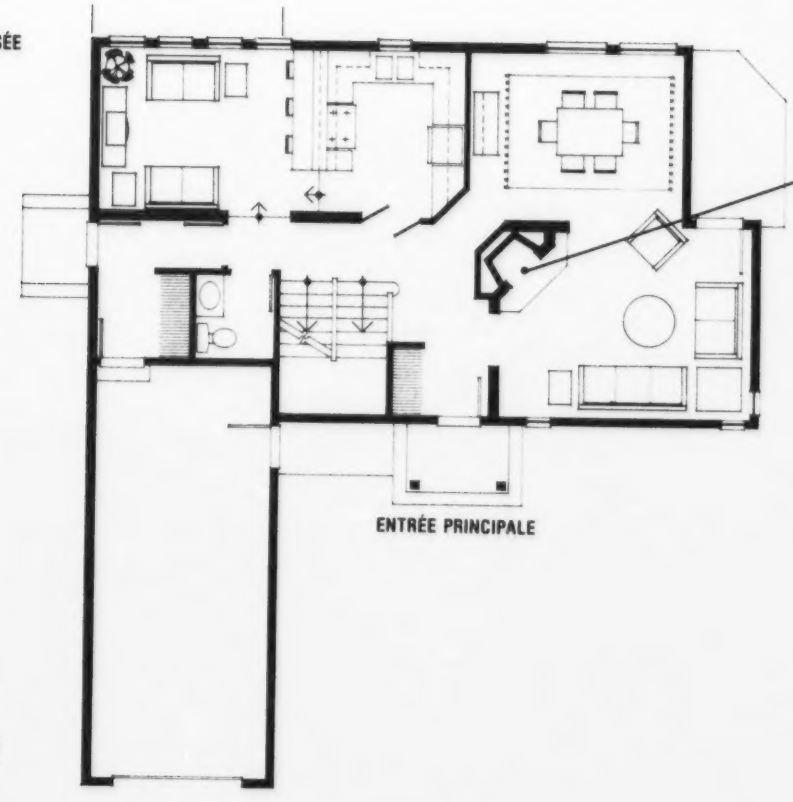
Installation à air pulsé pour éviter la surchauffe

ÉTAGE

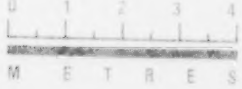


Double hauteur de la salle à manger lui conférant un attrait particulier et favorisant la circulation naturelle de l'air

REZ-DE-CHAUSSÉE



Foyer central entre le séjour et la salle à manger entouré d'un parement de brique servant de masse thermique



MODÈLE DIX

Le modèle

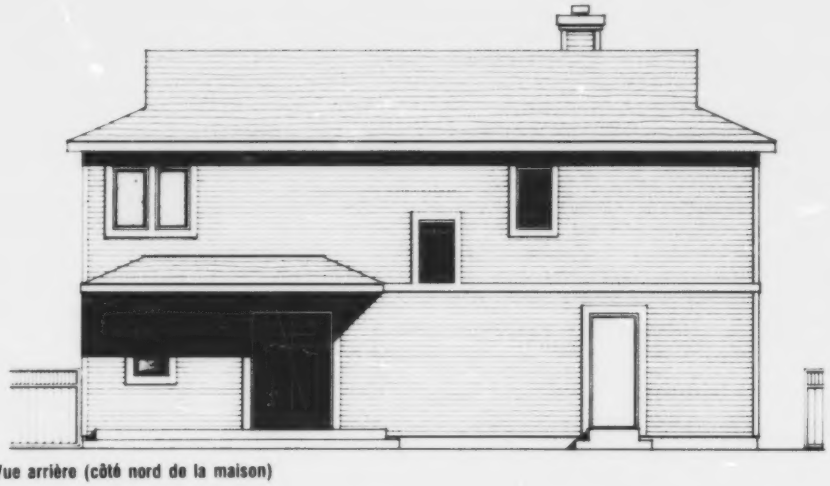
Cette maison à deux niveaux s'aménage du côté nord d'une rue est-ouest, dont la façade principale donnant sur la rue est orientée au sud. Le modèle peut se construire sur un terrain de 15 m de largeur. Sa superficie représente 142 m², sous-sol non compris.

Ce modèle comporte un hall central modifié; les aires fonctionnelles se trouvent à l'arrière de la maison (nord) et le séjour ainsi que la salle à manger à l'avant.

Le plafond double hauteur du séjour constitue la caractéristique la plus frappante de la maison. Vu son emplacement central, cet espace ouvert donne sur le hall, la chambre principale et une autre chambre à l'étage. Ainsi, la plupart des aires à l'étage dominent le séjour et l'extérieur.

Au rez-de-chaussée, la salle à manger est située au sud. Au nord, se trouvent la cuisine et un coin-repas, où une porte-fenêtre s'ouvre sur une petite terrasse à l'arrière. L'escalier et la salle de toilette sont également situés à l'arrière, à côté de l'entrée du garage.

Vue de la rue (côté sud de la maison)



Vue arrière (côté nord de la maison)

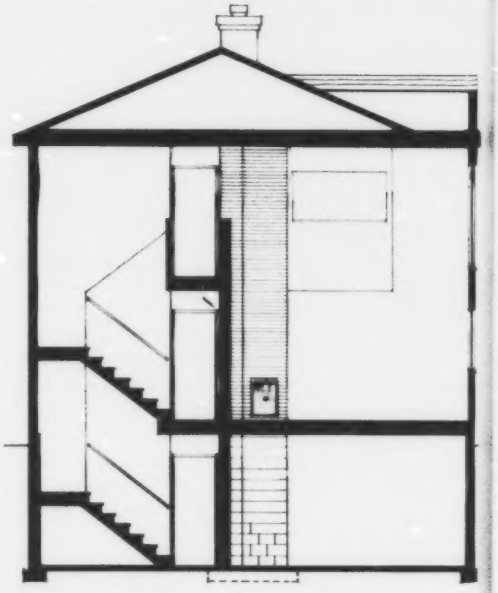
Particularités d'architecture solaire

Le mur sud de la maison comprend une surface vitrée de plus de 15 m², captant suffisamment de chaleur pour répondre à environ 30 p. 100 des besoins de chauffage (selon l'endroit).

Afin d'empêcher la surchauffe, le modèle prévoit une masse thermique supplémentaire, intégrée notamment dans le foyer et la cheminée d'aspect frappant se prolongeant sur toute la hauteur de la maison par l'espace ouvert au-dessus du séjour. La masse est constituée de blocs de béton de 100 mm enduits de stucco pour intérieur. Les murs nord et ouest du séjour et le mur nord de la salle familiale incorporent les mêmes matériaux. Toutes les autres surfaces de la partie sud de la maison comprennent deux épaisseurs de plaques de plâtre également pour accroître la masse.

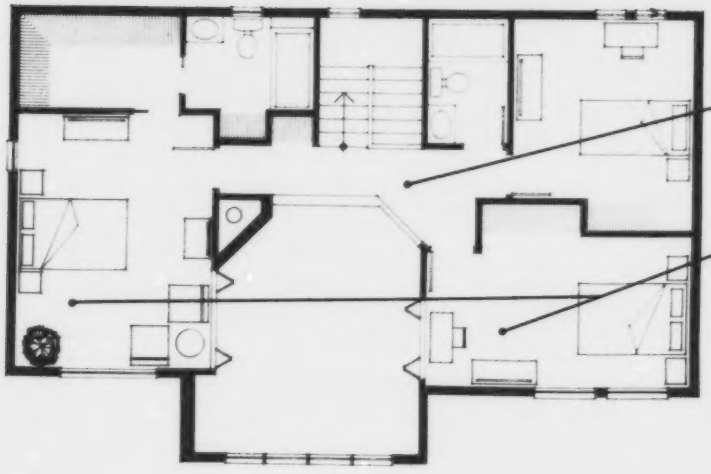
L'atrium formé par la double hauteur du séjour, donnant sur trois aires distinctes à l'étage, permet à l'air de circuler naturellement (surtout lorsque les portes sont ouvertes). L'escalier ouvert à l'arrière favorise également la circulation d'air. Des ventilateurs ou une installation de chauffage à air pulsé amélioreront davantage la distribution de la chaleur.

En été, il est préférable de pourvoir les fenêtres en façade sud de stores ou d'auvents de toile escamotables afin de prévenir la surchauffe.



Intérieur de la maison (vu du côté ouest)

ÉTAGE

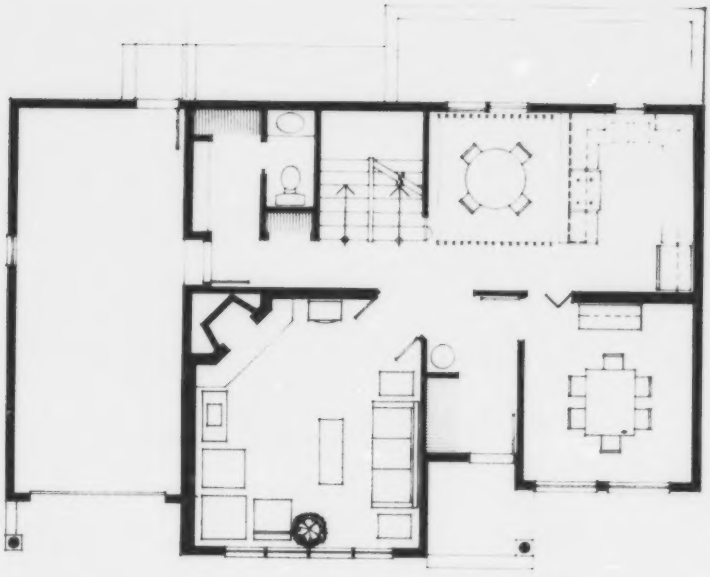


Couloir d'aspect agréable à l'étage formant un genre de passerelle entre l'atrium et l'escalier

Chambre s'ouvrant sur l'atrium, avec volets pour plus d'intimité

Murs intégrant des blocs de béton et un revêtement de stucco afin d'accroître la masse thermique. Autres murs de la zone sud avec double épaisseur de plaques de plâtre

REZ-DE-CHAUSSÉE



Garage au-dessous de la chambre principale

Chambres et couloir à l'étage s'ouvrant sur l'aire d'ensoleillement formant un atrium

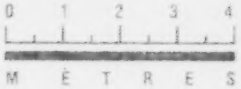
Foyer avec cheminée très esthétique visible sur toute la hauteur de la maison, servant de masse de stockage thermique; atrium à l'avant et escalier à l'arrière favorisant la circulation naturelle de l'air.

ENTRÉE PRINCIPALE

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	34,0	35,0	11,3*
Ottawa	59,6	38,9	7,0
Regina	**69,8**	**31,6**	**6,1**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe



MODÈLE ONZE

Le modèle

C'est une maison jumelée à deux niveaux à aménager du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. La maison peut s'implanter sur un terrain de 25 m de largeur (les deux logements). Le garage se trouve à l'avant; cependant, pour rapprocher raisonnablement la maison de la rue et optimaliser l'usage de la cour arrière, le garage est disposé parallèlement à la rue.

Le rez-de-chaussée de chaque logement comporte un séjour avec foyer et porte-fenêtre donnant sur la terrasse arrière. La salle à manger distincte communique avec la cuisine et le séjour. La cuisine est suffisamment spacieuse pour loger un coin-repas. À l'étage se trouvent trois chambres, une salle de bain et une lingerie. La superficie totale de chaque logement correspond à 121 m², sans compter le sous-sol.

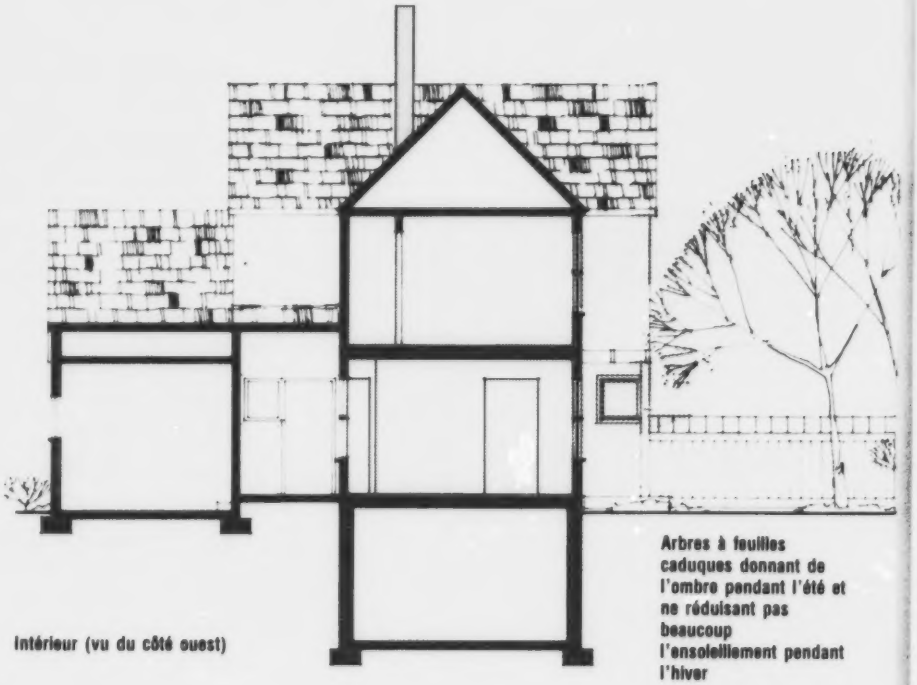
Ce modèle se prête à divers revêtements. En plus de modifier le genre ou la pente du toit, ou encore le bardage, il est possible de changer la disposition des garages. L'un d'entre eux peut se placer perpendiculairement à la rue et l'autre parallèlement; la voie d'accès devrait alors présenter une courbe.

Côté sud de la maison

Particularités d'architecture solaire

La maison est longue et étroite. Par conséquent, les déperditions de chaleur y seront plus considérables que dans une construction plus compacte. Cependant, les principales aires habitables bénéficient d'un gain solaire direct. La grande surface vitrée au sud permet de combler de 25 à 30 p. 100 des besoins de chauffage de la maison (selon l'endroit).

Si l'on accroît la surface vitrée au sud, il faut augmenter la masse thermique des murs et du plancher du séjour, de la salle à manger et de la cuisine pour minimiser les écarts de température. Une des façons de procéder se prête très bien à une maison située sur un terrain en pente (en direction sud). Il s'agit de prévoir des fenêtres plus grandes au sous-sol pour favoriser l'apport solaire. Le béton du sous-sol, conçu et isolé en conséquence, servira de masse de stockage thermique. Ce genre de transformation se réalise également sur un terrain plat à condition de rajuster le niveau du sol et la hauteur de la fondation.

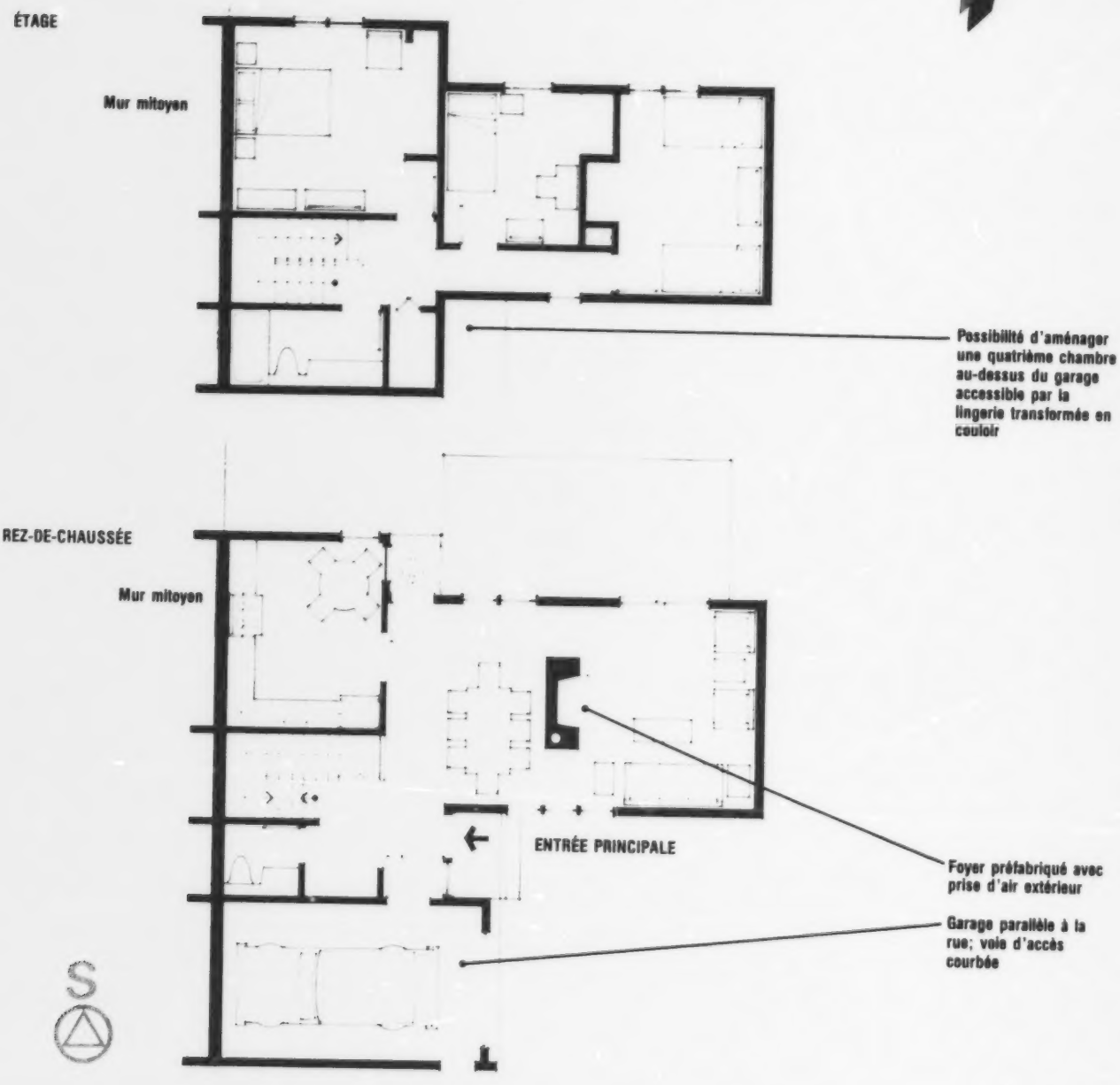


Intérieur (vu du côté ouest)

Arbres à feuilles caduques donnant de l'ombre pendant l'été et ne réduisant pas beaucoup l'ensoleillement pendant l'hiver

Gain solaire direct dans toute la zone ouest

MAISONS JUMELÉES



COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	**25,1**	**30,2**	**5,3**
Ottawa	42,7	26,1	1,5
Regina	54,0	25,8	0

0 1 2 3 4
M E T R E S

MODÈLE DOUZE

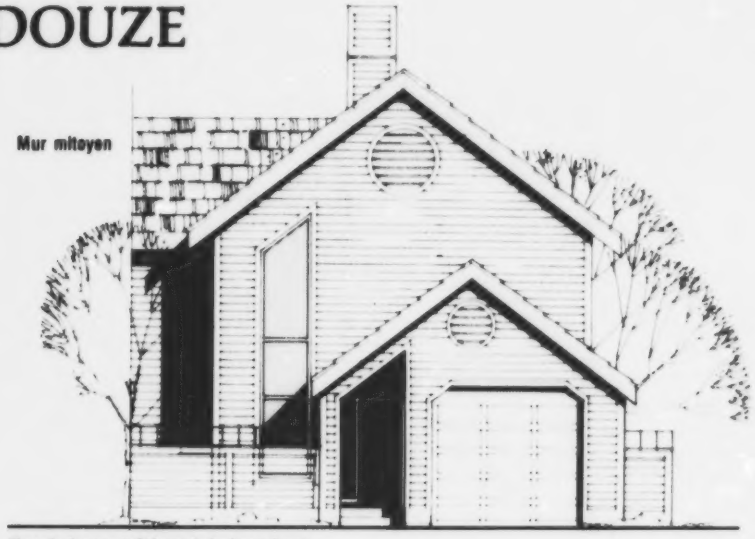
Le modèle

C'est une maison jumelée à deux niveaux conçue pour le côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. La maison peut s'aménager sur un terrain étroit, notamment sur une parcelle de terrain en plein coeur d'une ville.

À l'avant de la maison se trouvent une cour et un passage couvert menant à l'entrée avant. Un aménagement paysager bien pensé et des puits de lumière dans le passage couvert confèreront un attrait particulier à l'entrée.

La surface de plancher, sous-sol non compris, s'étend sur 122 ou 129 m². Au rez-de-chaussée, le séjour comporte un foyer, ainsi qu'une porte-fenêtre s'ouvrant sur la terrasse arrière. La cuisine assez spacieuse, également pourvue d'une porte donnant accès à la terrasse, loge un petit coin-repas. La salle à manger, adjacente à la cuisine, s'élève sur la hauteur de la maison.

À l'étage, deux des chambres dominant la salle à manger offrent une perspective agréable du rez-de-chaussée et de l'extérieur. La chambre principale, à l'avant de la maison, comprend une petite aire d'habillage et une porte menant à la salle de bain commune (s'ouvrant également sur le couloir).



Vue de la rue (côté nord de la maison)

Côté sud de la maison

Particularités d'architecture solaire

La surface vitrée au sud permet de répondre à environ 30 p. 100 des besoins de chauffage de la maison (selon l'endroit). Au rez-de-chaussée, toutes les aires habitables comportent des fenêtres au sud; toutefois, celles du séjour sont dans l'ombre pendant la matinée (pendant l'après-midi dans le cas du logement attenant).

À l'étage, seule la chambre principale ne reçoit pas directement la lumière du soleil; une des chambres au sud sera dans l'ombre pendant un certain temps comme le séjour au-dessous. L'espace ouvert au-dessus de la salle à manger favorisera la circulation naturelle de la chaleur. En outre, un ventilateur à deux vitesses intégré au générateur-pulseur contribuera également à la circulation.

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

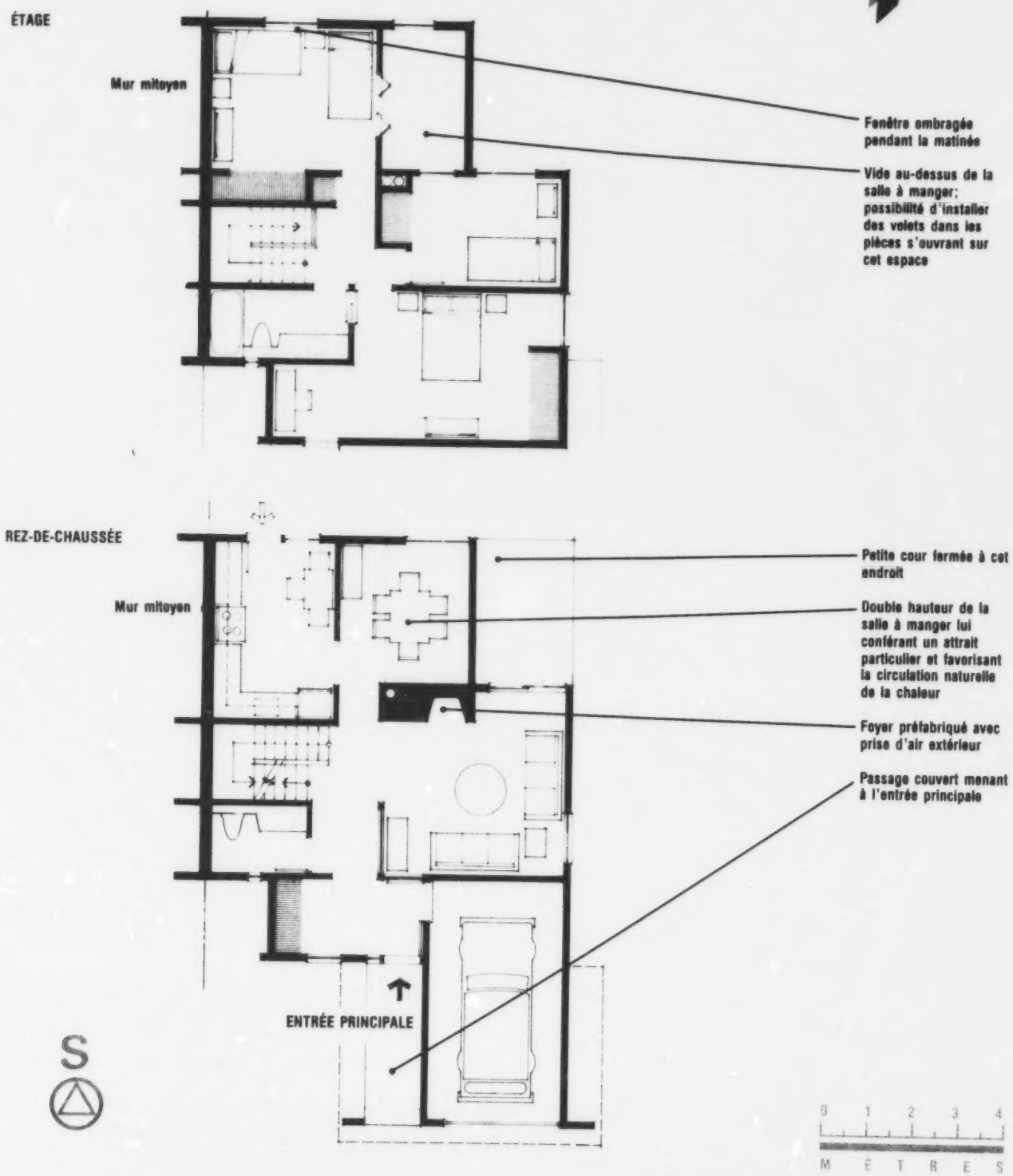
Vancouver	**23,9**	**38,9**	**5,0**
Ottawa	43,9	30,1	5,8
Regina	56,3	29,2	2,7

Installation à air pulsé pour empêcher la surchauffe

Murs pignons élevés et toit à pente prononcée conférant à la maison un aspect extérieur convenant mieux en milieu urbain qu'en banlieue

Arbres à feuilles caduques projetant de l'ombre en été

M A I S O N S J U M E L É E S



MODÈLE TREIZE

Le modèle

Il s'agit d'une maison jumelée à deux niveaux à construire du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale donnant au sud. Ce modèle carré d'aspect traditionnel comporte un garage latéral. Le coût de la construction devrait être modéré.

La superficie de l'aire habitable représente 129 m², sans tenir compte du sous-sol. Le sous-sol est facile d'accès de la cuisine, ce qui peut en favoriser l'aménagement ultérieur.

Au rez-de-chaussée, les vastes séjour et salle à manger sont disposés en L. Des portes françaises dans le séjour donnent sur une grande terrasse à l'avant de la maison. À l'arrière de la maison se trouvent la cuisine avec coin-repas et la salle à manger attenante; un passe-plat est ménagé entre les deux pièces. La porte du coin-repas donne accès à la cour arrière. Le rez-de-chaussée compte également un garde-manger et une salle de toilette.

L'étage loge trois chambres et une seule salle de bain. La chambre principale communique avec la salle de bain par la penderie.

Particularités d'architecture solaire

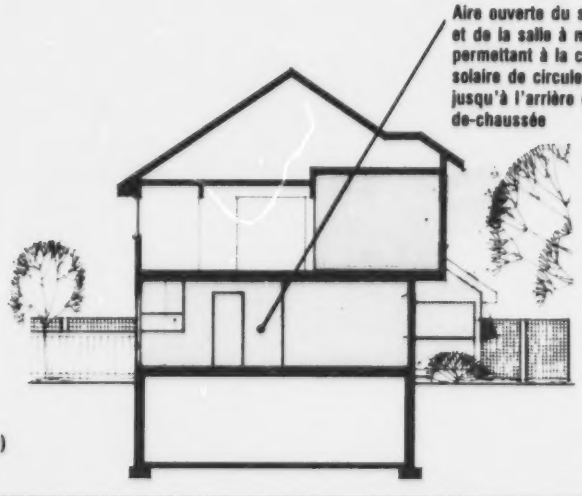
La surface vitrée de la façade principale orientée au sud permet de combler grâce aux gains solaires environ 25 p. 100 des besoins de chauffage de la maison (selon l'endroit). Au rez-de-chaussée, le garage occupe une partie de la façade, mais comme le séjour s'étend de part en part de la maison, une assez grande partie de l'aire habitable reçoit un apport solaire direct.

À l'étage, le soleil entre dans deux des trois chambres. La grande fenêtre en saillie de la chambre principale projette de l'ombre en été sur la grande surface vitrée du séjour au-dessous.

Pour que l'apport solaire à la charge thermique excède 25 p. 100, il faut accroître la surface vitrée au sud, mais il devient alors essentiel d'installer un ventilateur de circulation; la circulation naturelle n'est pas beaucoup favorisée dans cette maison, puisque la partie ensoleillée est plutôt réduite. Une augmentation considérable de la surface vitrée exigerait le recours à une masse de stockage thermique.

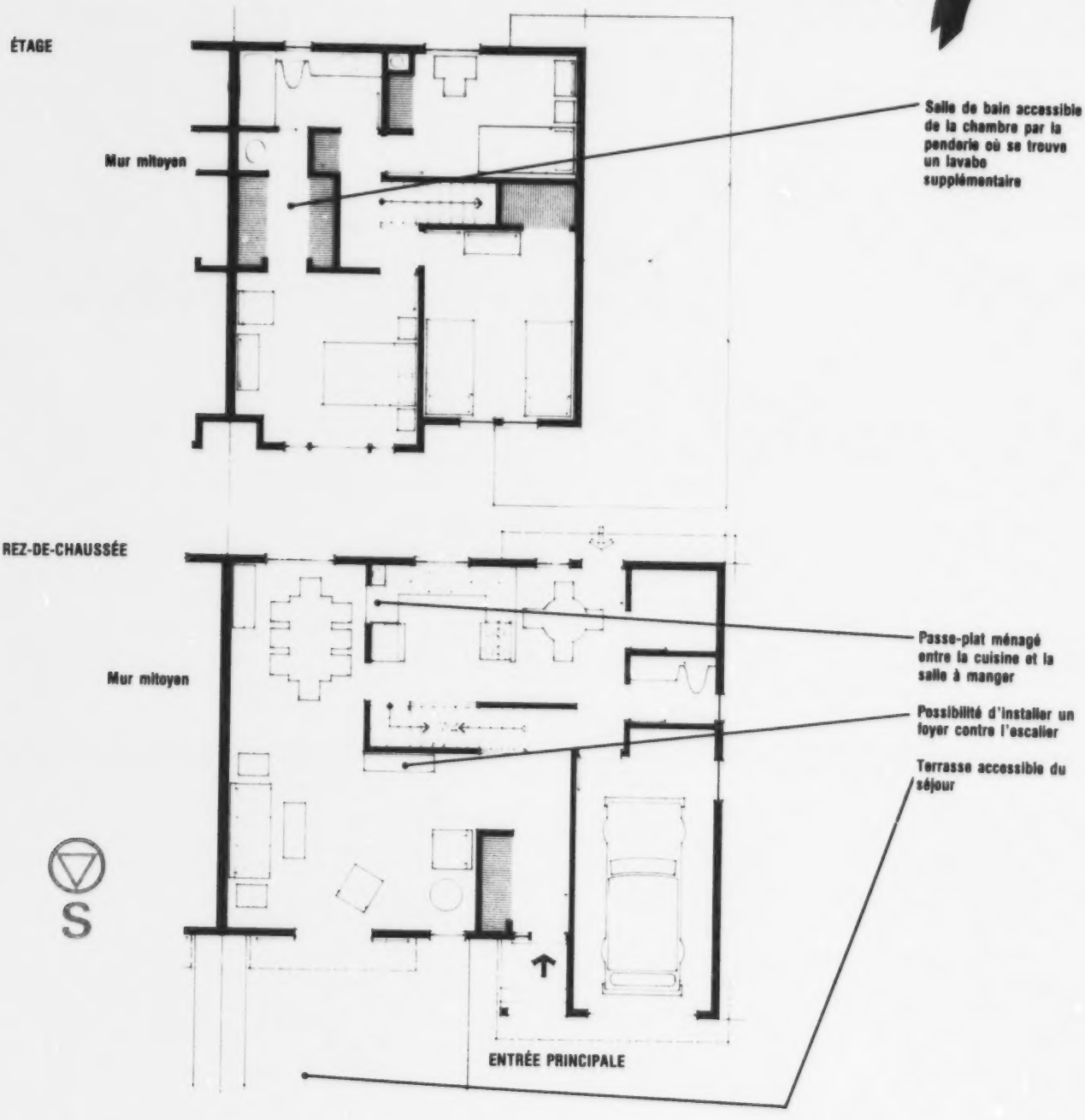
Vue de la rue (côté sud de la maison)

Côté nord de la maison



Intérieur (vu du côté ouest)

MAISONS JUMELÉES



COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	27,9	26,5	5,6
Ottawa	46,3	23,8	1,8
Regina	57,5	25,5	0

0 1 2 3 4

MÈTRES

MODÈLE QUATORZE

Le modèle

Cette maison jumelée à deux niveaux s'aménage du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale donnant au sud. L'aire de plancher, sous-sol non compris, correspond à 139 m².

Le rez-de-chaussée regroupe un séjour avec foyer, une salle à manger avec plafond en voûte, une cuisine avec coin-repas, une salle de toilette et un garde-manger.

À l'étage se trouvent la chambre principale, avec salle de bain attenante, s'ouvrant sur la voûte de la salle à manger, ainsi que deux autres chambres et une salle de bain.

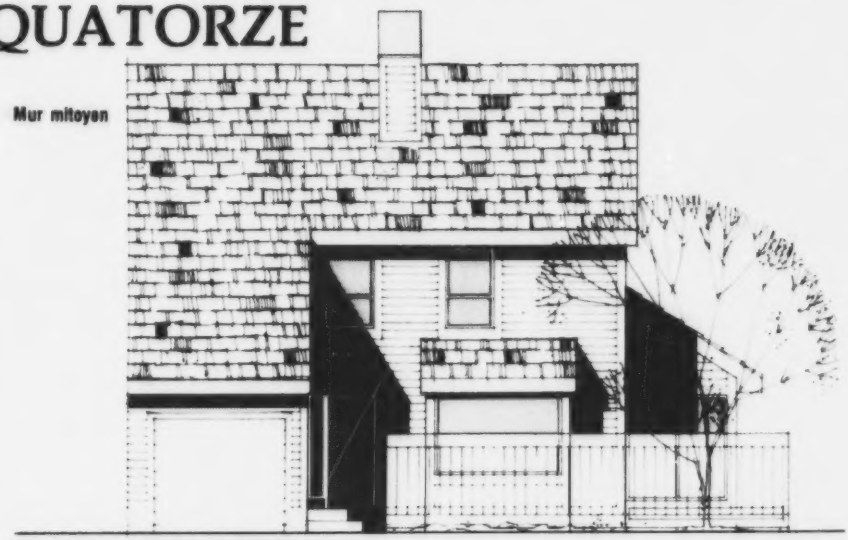
La disposition du garage et l'aménagement d'une clôture autour de la cour avant peuvent assurer de l'intimité à l'entrée de même que pour la terrasse, également à l'avant, accessible par la salle à manger.

Particularités d'architecture solaire

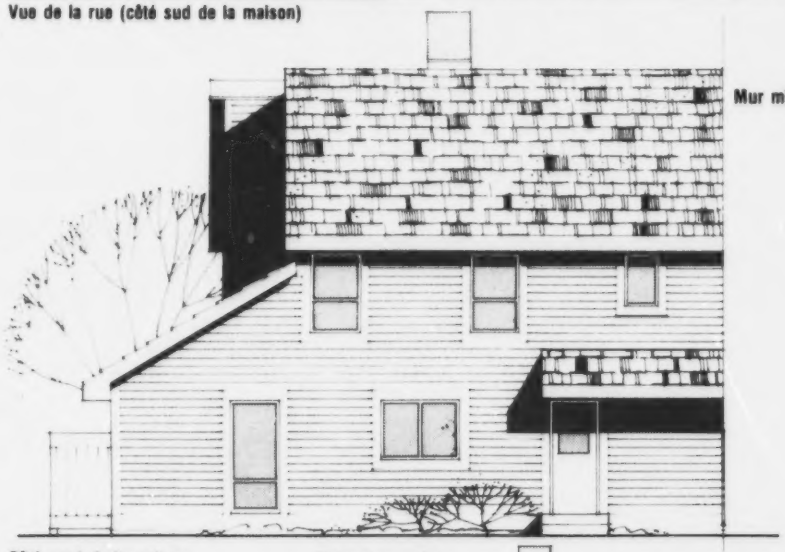
L'apport solaire dû à la surface vitrée au sud satisfait aux besoins de chauffage dans une proportion de 20 à 25 p. 100, selon l'endroit. La disposition du garage et la largeur du mur exposé au sud limite le gain solaire direct dans la maison. Au rez-de-chaussée, seul le séjour occupe le devant de la maison. La salle à manger, quoique disposée à l'arrière, reçoit également la lumière du soleil grâce à une porte-fenêtre. À l'étage, deux chambres bénéficient directement de l'ensoleillement, contrairement à la chambre principale, aux salles de bains et à l'escalier.

Le modèle de maison décalé fait en sorte que les fenêtres sont ombragées dans une certaine mesure. Alors, la maison la plus à l'est recevra un apport solaire moindre pendant l'après-midi lorsque le soleil se trouve à l'ouest; le gain solaire de l'autre logement sera plus faible pendant la matinée (moment où le soleil contribue le plus à réchauffer la maison pendant la journée).

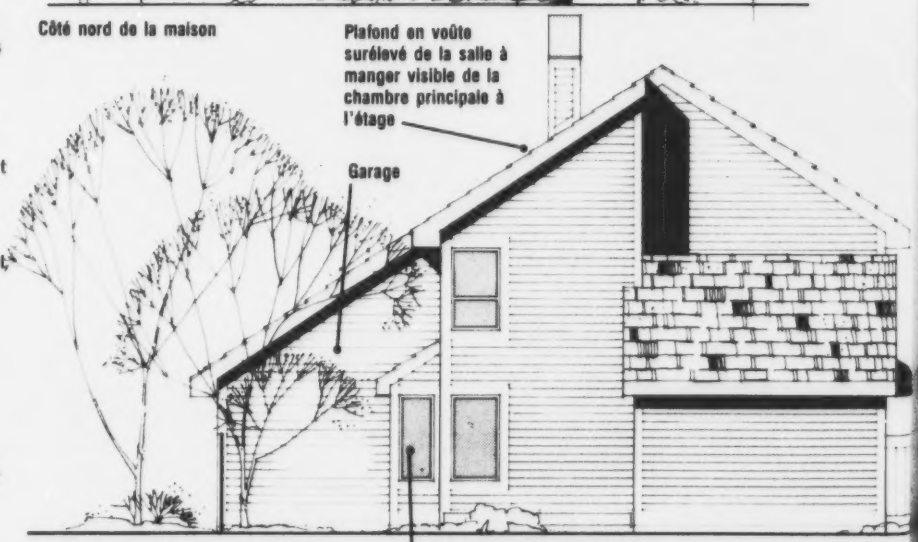
La voûte de la salle à manger et la chambre principale s'ouvrant sur cet espace favorisent la circulation naturelle de l'air. Il faut également prévoir une installation de chauffage à air pulsé et prendre soin de bien placer les conduits de reprise d'air.



Vue de la rue (côté sud de la maison)

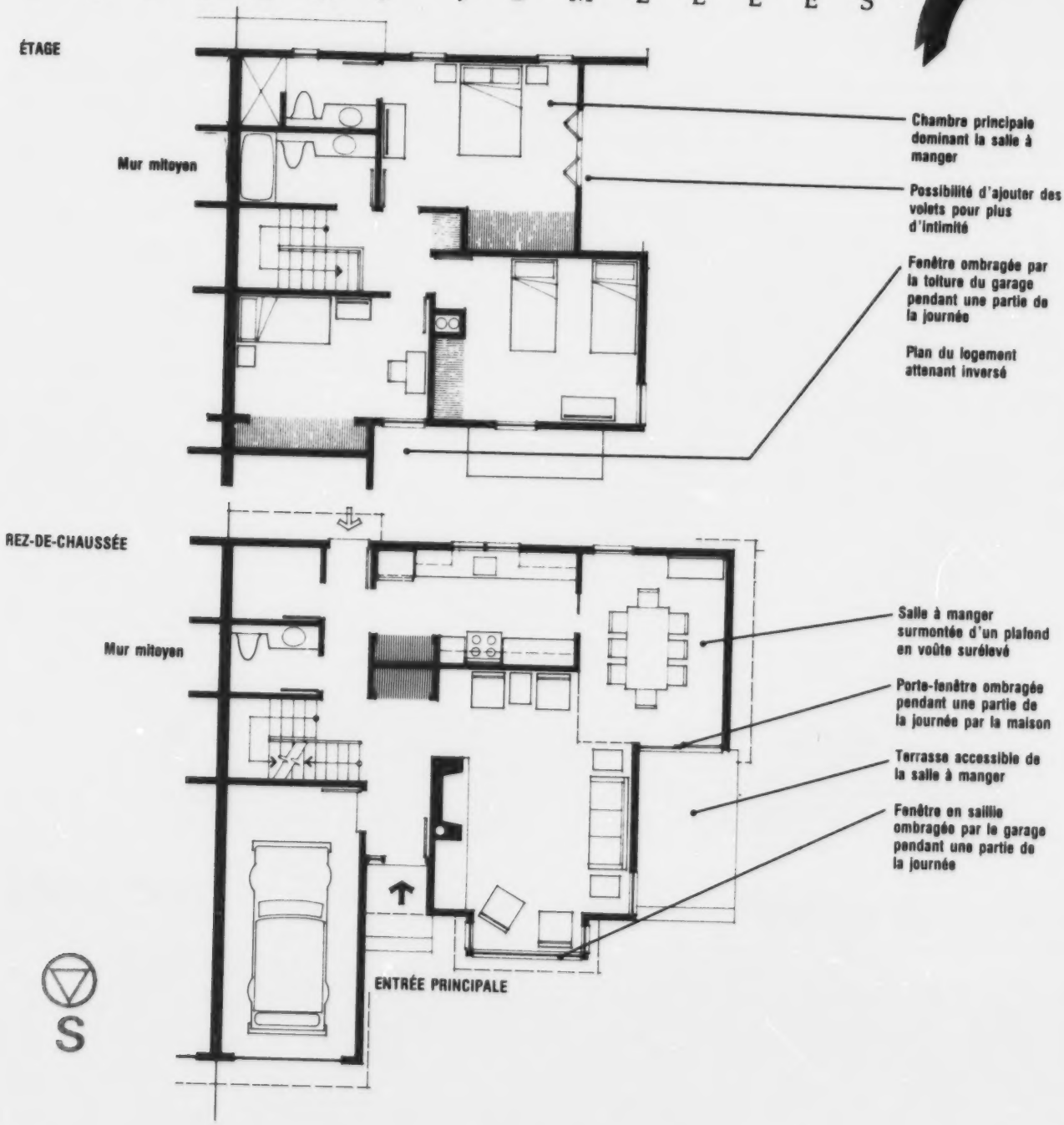


Côté nord de la maison



Vue de l'ouest (côté est de la maison)

M A I S O N S J U M E L É E S



COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	33,4	24,8	4,2
Ottawa	55,6	23,3	1,8
Regina	70.2	23,1	0

MODÈLE QUINZE

Le modèle

Cette maison jumelée à deux niveaux se construit du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale faisant face au sud. Sa superficie représente 144 m², sous-sol non compris.

Le rez-de-chaussée regroupe le séjour et la salle à manger (séparés par un foyer) s'étendant de part en part de la maison, la salle familiale, une salle de toilette et la cuisine. La salle familiale, de presque deux niveaux de hauteur, est surmontée d'un plafond en voûte.

À l'étage se trouvent trois chambres et une salle de bain accessible du couloir et de la chambre principale. Une des chambres, pourvue de volets pour plus d'intimité, s'ouvre sur l'espace au-dessus de la salle familiale.

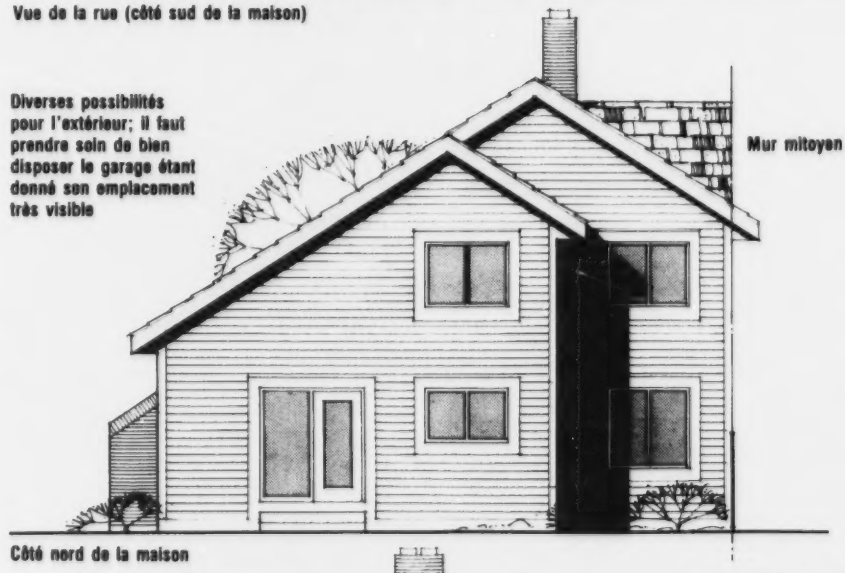
De l'étage, deux marches mènent à un palier en contrebas où une porte donne accès au toit-terrasse du garage. La lumière entrant par cette porte éclaire la salle familiale pendant une partie de la journée.

Particularités d'architecture solaire

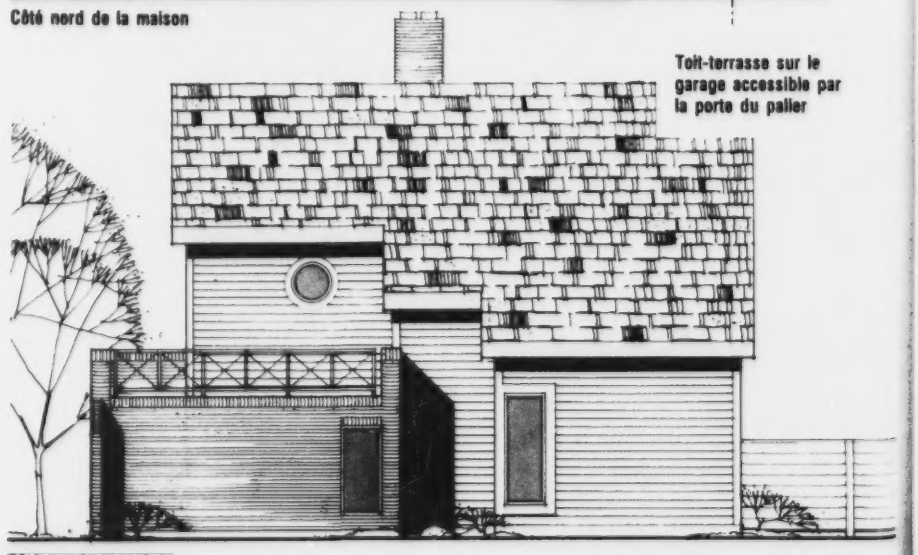
La chaleur solaire captée grâce à la surface vitrée au sud peut satisfaire à plus de 25 p. 100 des besoins de chauffage de la maison (selon l'endroit). La lumière du soleil ne peut toutefois entrer dans toutes les pièces; en effet, en raison de l'étroitesse du terrain, le garage est placé en façade sud. Par conséquent, la face exposée de la maison s'en trouve considérablement réduite. Cependant, le séjour et la salle à manger communicants, ainsi que l'éclairage de la salle familiale par la porte d'accès au toit-terrasse, remédient en partie à la situation.

La double hauteur de la salle familiale favorise la circulation naturelle de l'air; cependant, on recommande de prévoir une installation à air pulsé pour suppléer à la distribution de la chaleur solaire.

Vue de la rue (côté sud de la maison)



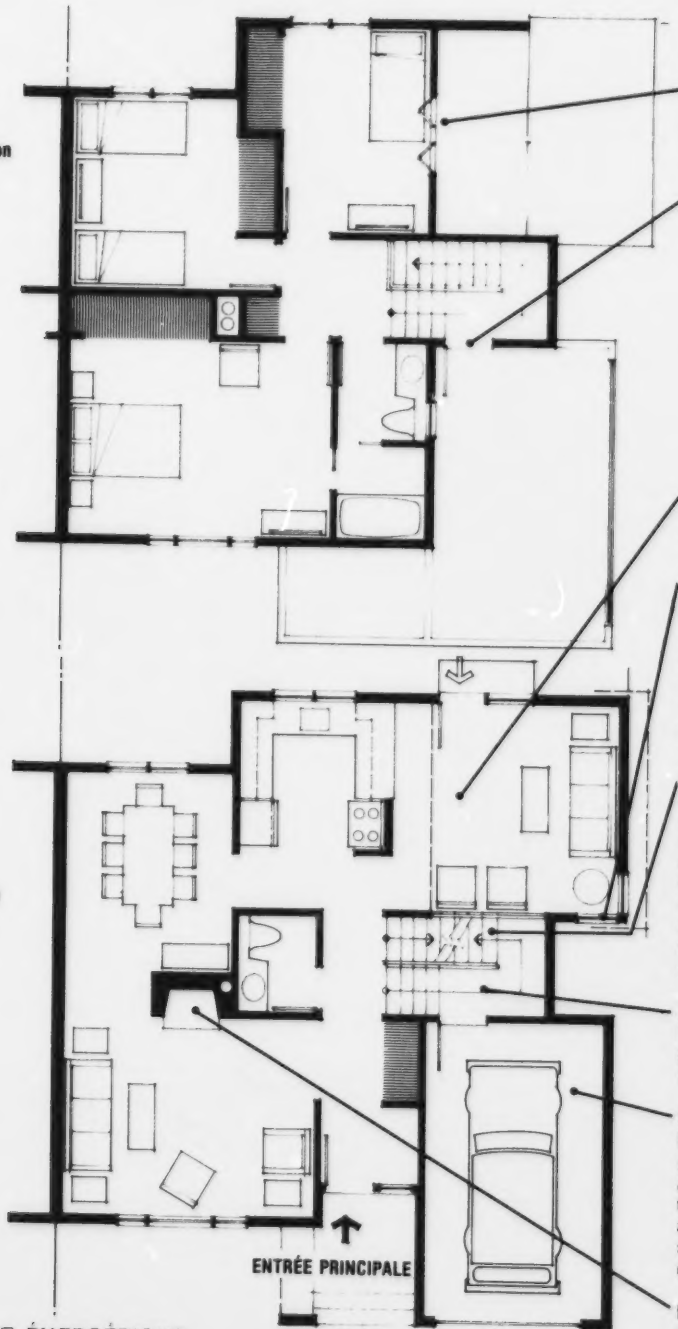
Côté nord de la maison



Côté est de la maison

ÉTAGE

REZ-DE-CHAUSSÉE



Chambre s'ouvrant sur la salle familiale en-dessous, avec volets pour plus d'intimité

Toit-terrasse au sud accessible par la porte du palier

Espace ouvert au-dessus de la salle familiale

Fenêtre d'angle permettant au soleil de pénétrer directement à l'arrière de la maison pendant une partie de la journée (la matinée dans la maison illustrée ici)

Escalier et aires utilitaires réunis dans la même partie de la maison, permettant ainsi de vaquer à ses occupations sans déranger les personnes se trouvant dans la salle à manger ou le séjour

Escalier ouvert laissant filtrer le soleil de la terrasse jusque dans la salle familiale

Si le terrain est assez large, possibilité d'aménager un garage à deux places; le toit-terrasse s'en trouverait agrandi, et la maison semblerait plus vaste de la rue

Foyer avec prise d'air extérieur

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	**35,4**	**28,0**	**5,0**
Ottawa	52,2	27,5	6,8
Regina	65,3	27,2	6,7

Installation à air pulsé pour éviter la surchauffe

0 1 2 3 4

MÈTRES

MODÈLE SEIZE

Le modèle

Cette maison jumelée à mi-étages de deux niveaux est conçue pour le côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. La surface de plancher de chaque logement représente 154 m², sans tenir compte du sous-sol partiel et du vide sanitaire. La maison peut s'aménager sur un terrain d'aussi peu que 20 m de largeur.

L'entrée principale se trouve dans la partie surélevée du rez-de-chaussée, contenant également la cuisine et le coin-repas. La partie en contrebas regroupe le séjour, la salle familiale et la salle de toilette. Le séjour est séparé par un garde-corps du coin-repas surélevé. En outre, l'espace s'élevant sur toute la hauteur de la maison, en partie au-dessus du coin-repas, forme l'atrium éclairé par un lanterneau.

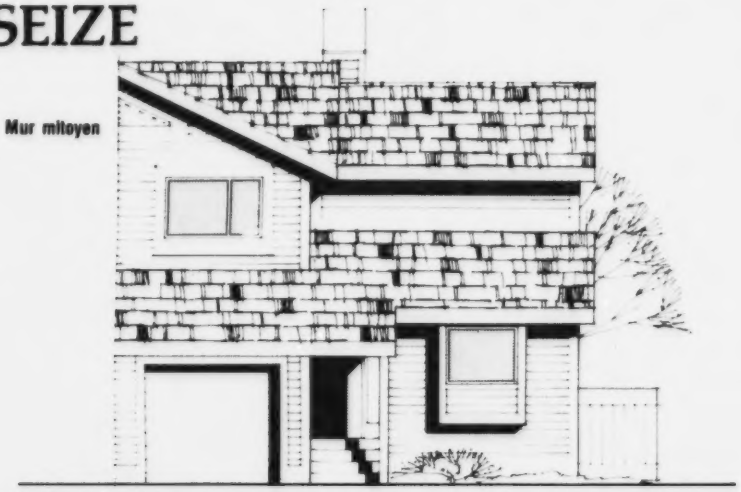
À l'étage, deux des chambres s'ouvrent sur l'atrium; il est possible de les pourvoir de volets pour assurer plus d'intimité. De même, l'escalier ouvert donne une vue plongeante du séjour.

La surélévation à l'étage renferme deux chambres, et le contrebas la chambre principale. Un coin détente est attenant à celle-ci.

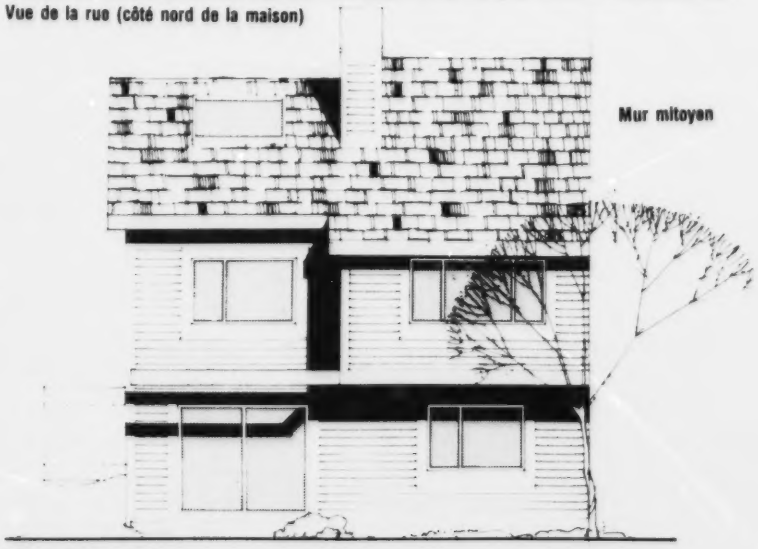
Particularités d'architecture solaire

La surface vitrée au sud, y compris le lanterneau, est source d'apport solaire à la charge thermique de plus de 25 p. 100 (selon l'endroit). Grâce aux aires ouvertes et au lanterneau, presque toutes les pièces baignent dans la lumière du soleil. Un tel agencement favorise également la circulation naturelle de la chaleur, ce qui a pour effet d'éviter les écarts de température marqués et de rendre ainsi la maison plus confortable.

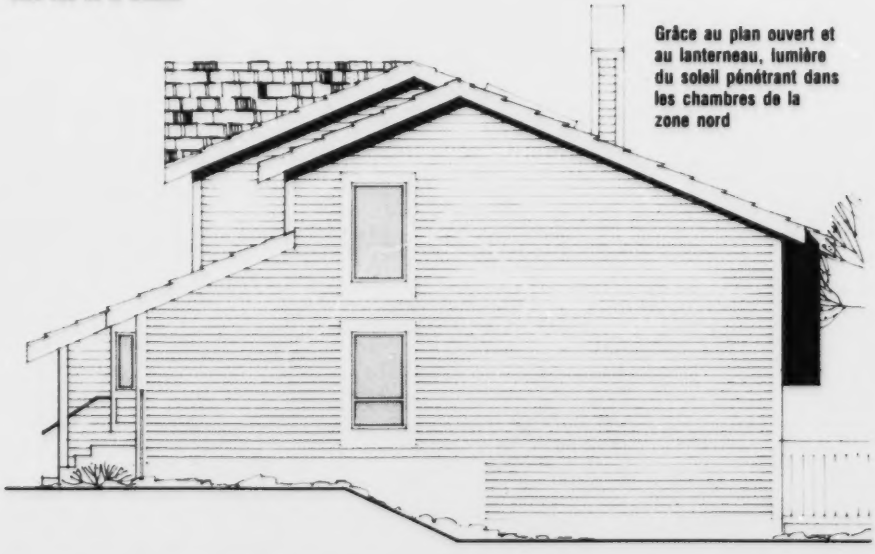
Le lanterneau réchauffera considérablement la maison pendant l'été et la refroidira pendant la nuit en hiver. Des stores conçus exprès pour ce genre de vitrage pourront remédier à la situation.



Vue de la rue (côté nord de la maison)

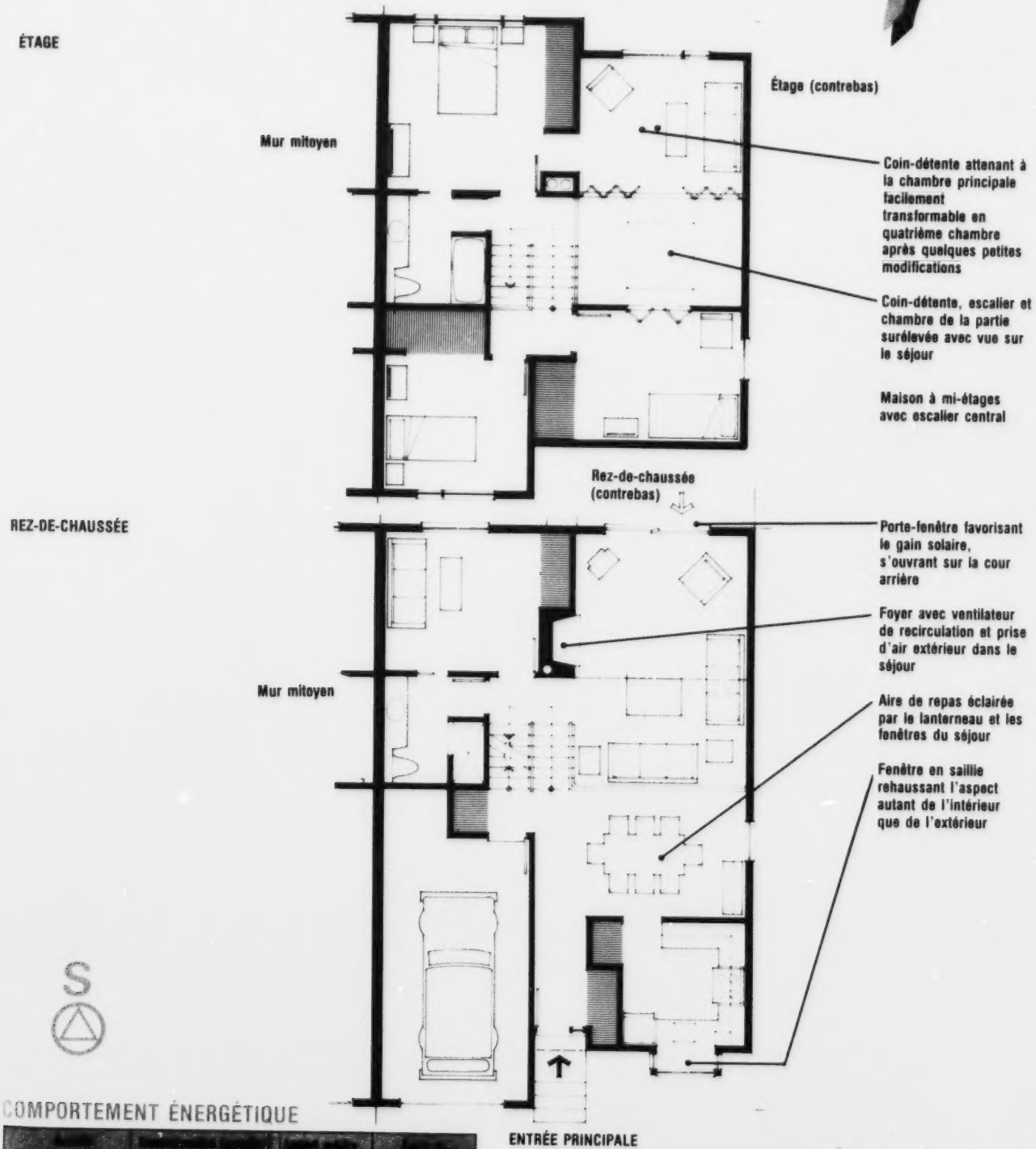


Côté sud de la maison



Grâce au plan ouvert et au lanterneau, lumière du soleil pénétrant dans les chambres de la zone nord

MAISONS JUMELÉES



COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	**35,2**	**29,8**	**6,3**
Ottawa	58,6	26,2	2,5
Regina	70.6	28,8	1,3

MODÈLE DIX-SEPT

Le modèle

C'est une maison jumelée à deux niveaux à aménager du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale donnant au sud. Elle peut se construire sur un terrain de 22 m de largeur. La surface de plancher correspond à 142 m², sous-sol non compris. Ce modèle ne comporte pas de garage.

Au rez-de-chaussée se trouve un vaste séjour avec foyer et grande fenêtre au sud. La salle à manger à l'arrière s'ouvrant sur le séjour, communique également avec la cuisine, suffisamment spacieuse pour loger un coin-repas.

L'étage réunit trois chambres et une salle de bain. La chambre principale comporte une vaste penderie, ainsi qu'une grande fenêtre au sud.

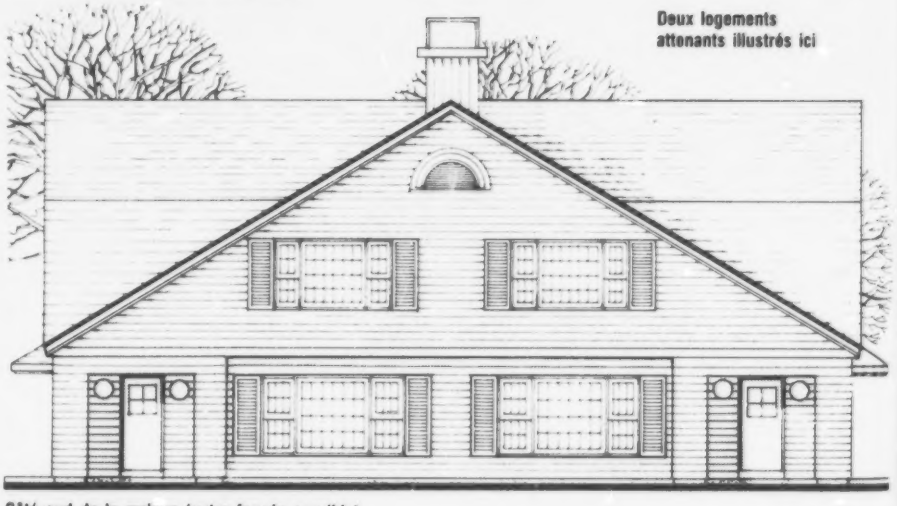
Deux possibilités s'offrent quant à l'extérieur de la maison. La première souligne l'existence de deux logements distincts par la répétition des mêmes caractéristiques des deux côtés, mais en les inversant. L'autre possibilité consiste à construire une toiture chapeautant les deux logements.

Particularités d'architecture solaire

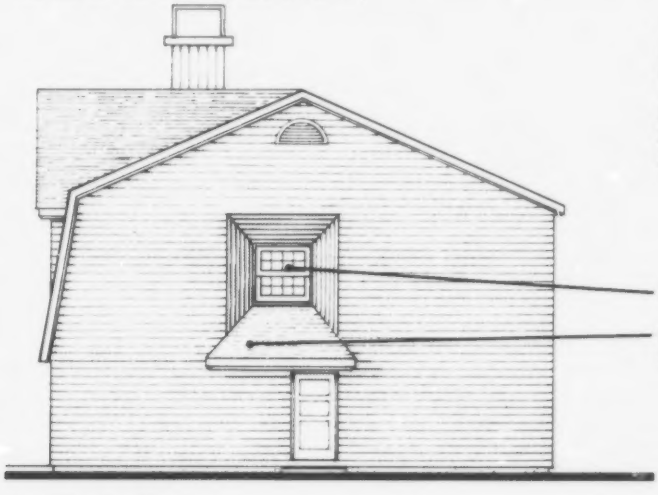
La surface vitrée concentrée au sud permet de capter de 25 à 30 p. 100 de l'énergie calorifique nécessaire (selon l'endroit). Le mur mitoyen constitue une masse importante de stockage thermique.

La distribution de la chaleur solaire est assurée par un ventilateur commandé par thermostat, qui se met en marche lorsque la température des pièces orientées au sud s'élève au-dessus du degré préétabli. En outre, le modèle exige l'installation d'un ventilateur-récupérateur de chaleur, lequel contribuera à améliorer la circulation d'air dans la maison.

Vue de la rue (côté sud de la maison)



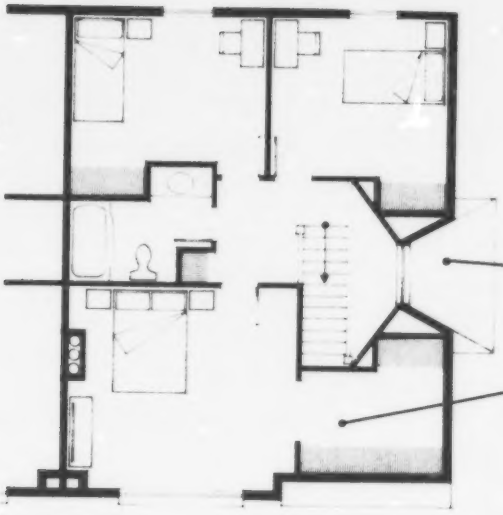
Côté sud de la maison (autre façade possible)



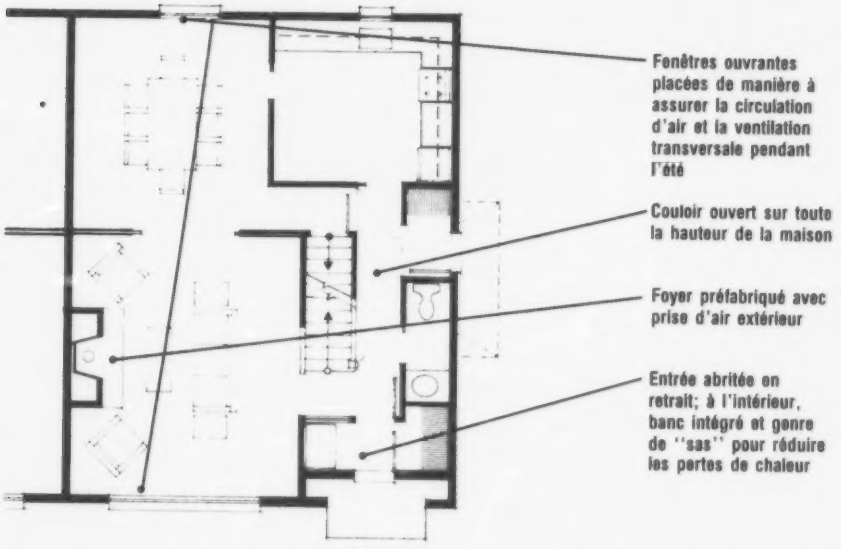
Côté est de la maison

M A I S O N S J U M E L É E S

ÉTAGE



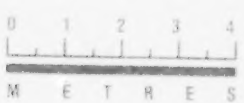
REZ-DE-CHAUSSÉE



S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	27,0	27,7	3,9
Ottawa	43,0	29,4	1,2
Regina	51,4	30,6	0
Sudbury	**52,1**	**24,6**	**0,8**



MODÈLE DIX-HUIT

Le modèle

Il s'agit d'une maison en bande à construire du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale donnant au sud. Elle peut s'aménager sur un terrain de 6 m de largeur. Sa superficie, sans compter le sous-sol, représente 134 m².

Cette maison comprend deux niveaux à mi-étages. L'entrée, la salle de toilette et le garage se trouvent sur un troisième niveau en contrebas.

De l'entrée, un escalier mène au secteur en contrebas du rez-de-chaussée regroupant la cuisine et le coin-repas. La porte de la cuisine donne sur la terrasse arrière. Un séjour spacieux avec foyer, d'où il est possible d'accéder au balcon sud, occupe la partie surélevée.

L'étage, comprenant également des parties surélevée et en contrebas, regroupe trois chambres et une salle de bain.

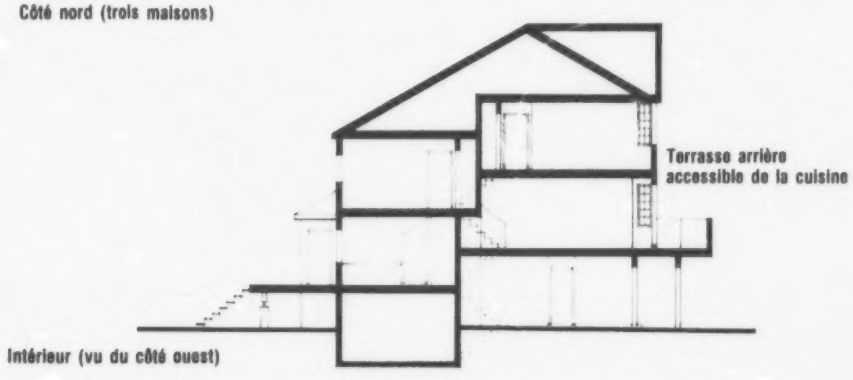
Particularités d'architecture solaire

Malgré l'étroitesse de ce genre de maison, la surface vitrée est source d'apport solaire à la charge thermique de presque 30 p. 100 (selon l'endroit).

La spaciosité relative des pièces sud suppose qu'une proportion raisonnable de la maison reçoit des gains solaires directs, mais vu sa profondeur, certaines pièces n'en bénéficient pas. Il faut donc recourir à un ventilateur pour distribuer la chaleur des pièces sud lorsque la température excède une limite préétablie. Ce plan permet à la chaleur de circuler jusqu'au sous-sol où elle est stockée dans la masse thermique formée par les murs et le plancher de béton. De même, on prévoit l'installation d'un ventilateur-récupérateur de chaleur, maximisant la circulation d'air dans toute la maison. Les murs mitoyens en béton constituent également une autre masse de stockage thermique.

Vue de la rue (trois maisons, côté sud)

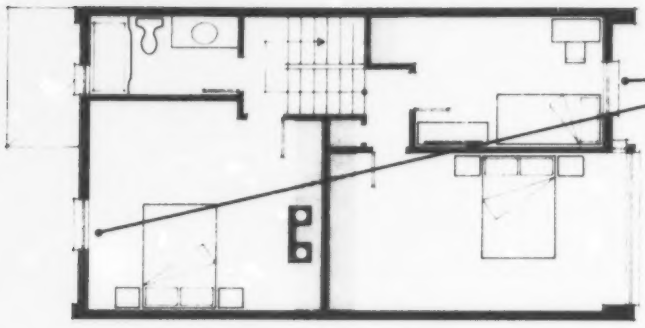
Côté nord (trois maisons)



Intérieur (vu du côté ouest)

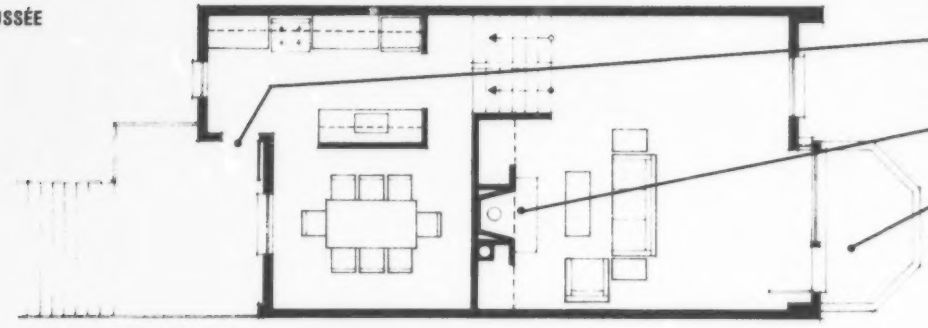
M A I S O N S E N B A N D E

ÉTAGE



Fenêtre ouvrante placée de manière à assurer la ventilation transversale pendant l'été

REZ-DE-CHAUSSÉE



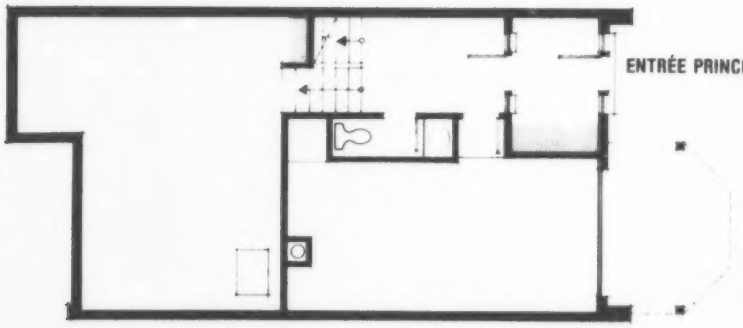
Accès à la porte arrière et à la terrasse par la cuisine

Foyer préfabriqué avec prise d'air extérieur

Balcon accessible du séjour, donnant sur la rue

Pièces spacieuses vu les corridors réduits au minimum

SOUS-SOL



ENTRÉE PRINCIPALE

Entrée avant formant un genre de ''sas'' pour réduire les déperditions de chaleur

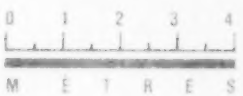
Nota: Plan d'un seul logement; murs mitoyens à l'est et à l'ouest

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	21,9	32,2	10,7*
Ottawa	38,6	28,8	6,8
Regina	48,9	28,8	5,1
Sudbury	**45,7**	**28,9**	**2,1**

*Mesures à prendre pour éviter la surchauffe



MODÈLE DIX-NEUF

Le modèle

Cette maison en bande s'aménage du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud, sur un terrain de 5 m de largeur.

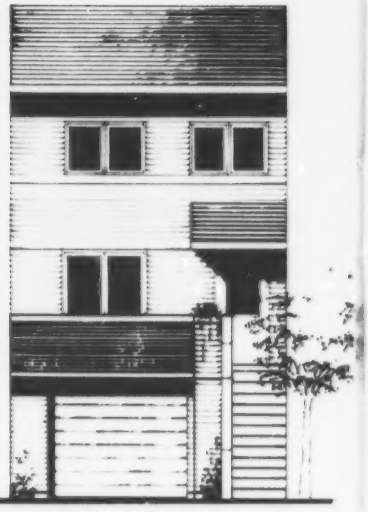
Cette maison à mi-étages et à mi-niveaux occupe une superficie, sous-sol et garage non compris, de 104 m². L'aire habitable est répartie sur deux niveaux, dont chacun comprend un contrebas et une surélévation. Le sous-sol, aussi à mi-étages, est occupé en partie par le garage avec entrée de service; il est également possible d'y aménager une petite salle de toilette.

L'entrée principale de nombreux modèles de ce genre se trouve au niveau du garage. Par contre, l'entrée principale de celui-ci est située, par souci de commodité, dans la partie surélevée du rez-de-chaussée; la circulation dans l'escalier s'en trouve réduite, et la maison semble moins "stratifiée" (ce dernier aspect importe beaucoup pour certains acheteurs).

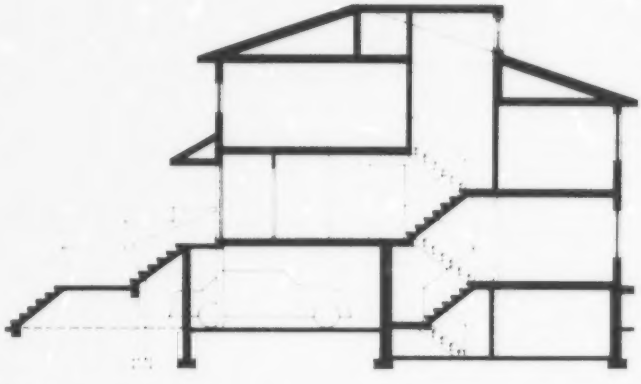
L'aire à l'entrée du rez-de-chaussée communique directement avec la salle à manger et la cuisine. La partie en contrebas est entièrement occupée par le séjour, s'ouvrant sur la terrasse arrière surélevée.

L'étage regroupe trois chambres et la salle de bain principale; une chambre se trouve dans la partie en contrebas et le reste dans la partie surélevée. L'escalier, ouvert à partir du sous-sol sur toute la hauteur de la maison, est éclairé par une fenêtre haute située au-dessus du niveau du plafond de l'étage.

Côté sud de la maison (un seul logement illustré ici)



Vue de la rue (côté nord de la maison)



Terrasse arrière entourée d'un garde-corps plein

Intérieur (vu du côté ouest)

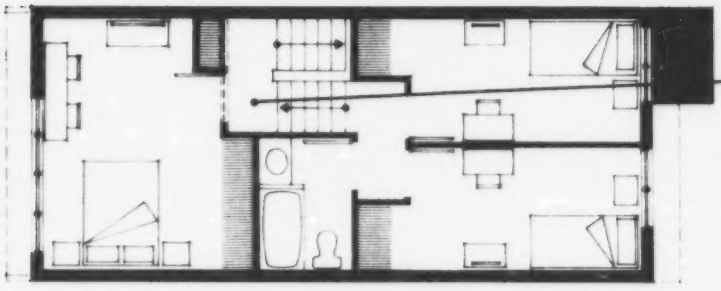
Particularités d'architecture solaire

Malgré l'étroitesse de la façade exposée au sud, la surface vitrée permet de capter de 25 à 30 p. 100 de l'énergie calorifique nécessaire à la maison. Ce pourcentage s'explique en partie par les besoins de chauffage plutôt faibles de cette maison, comme la plupart des maisons en bande. Néanmoins, la grande surface vitrée du séjour et de la chambre, ainsi que la fenêtre haute au sud, augmentent considérablement les gains de chaleur solaire.

L'escalier ouvert favorise la circulation naturelle de la chaleur solaire, mais il faudra prendre d'autres mesures pour éviter la surchauffe. Les murs mitoyens, formant une masse de stockage thermique, aident également à prévenir la surchauffe.

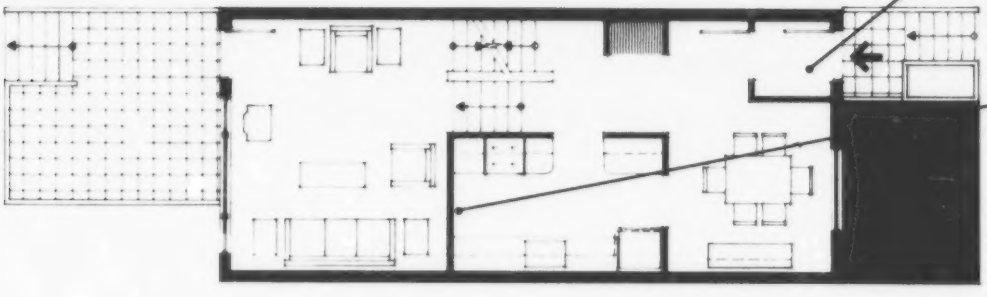
M A I S O N S E N B A N D E

ÉTAGE



Escalier recevant directement la lumière du soleil grâce à la fenêtre haute

REZ-DE-CHAUSSÉE

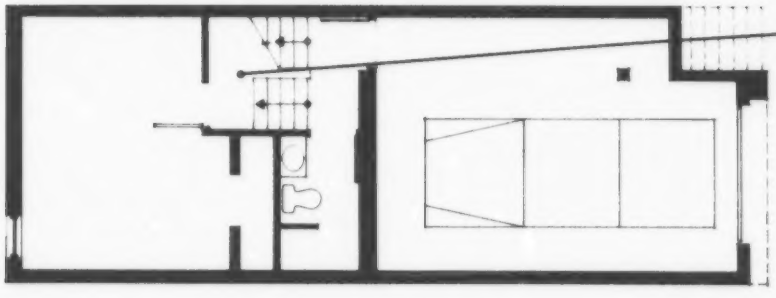


Genre de "sas" à l'entrée réduisant les pertes de chaleur à l'entrée avant

ENTRÉE PRINCIPALE

Possibilité de ménager une ouverture dans le mur de la cuisine pour voir le séjour, pour permettre au soleil d'entrer dans la cuisine et pour améliorer la circulation d'air

SOUS-SOL



Entrée de service permettant d'accéder directement du garage aux aires habitables

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	15,0	35,2	10,1*
Ottawa	31,6	27,7	6,0
Regina	40,5	27,1	4,3
Toronto	**26,6**	**30,1**	**6,5**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe

0 1 2 3 4

M È T R E S

MODÈLE VINGT

Le modèle

Cette maison en bande à deux niveaux est conçue pour le côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale orientée au sud. Le terrain de chaque logement doit mesurer 4.3 m de largeur.

La surface de plancher, sous-sol non compris, correspond à 110 m². Le garage est au niveau du sous-sol; l'arrière occupe une partie du sous-sol, et l'avant fait saillie vers la rue. Une terrasse, accessible par la cuisine au rez-de-chaussée, est aménagée sur la saillie formée par le garage.

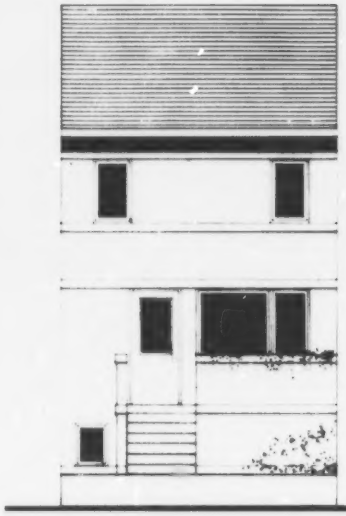
La cuisine, le séjour et la salle à manger se trouvent au rez-de-chaussée. Ce modèle ouvert ne compte que peu de cloisons. La porte du séjour donne sur la terrasse et la cour arrière.

L'étage réunit trois chambres et une salle de bain. En outre, la partie centrale de l'étage, ouverte et surmontée d'un lanterneau, domine la salle à manger.

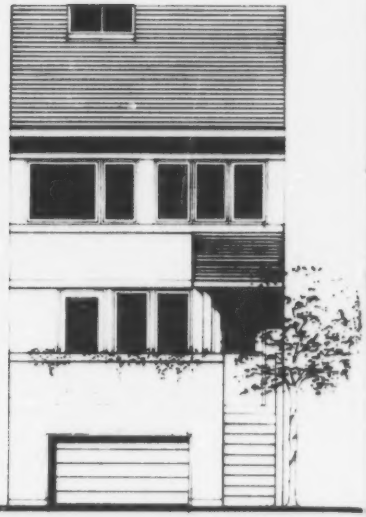
Particularités d'architecture solaire

Malgré l'étroitesse de la façade, la surface vitrée au sud est considérable. Alors, vu le peu de chauffage que requiert cette habitation, comme la plupart des maisons en bande, l'apport solaire correspond à environ 25 p. 100 (selon l'endroit) des besoins de chauffage. De surcroît, le soleil pénètre profondément dans la maison, et la réchauffe, notamment grâce aux aires ouvertes du rez-de-chaussée et au lanterneau éclairant la salle à manger au plafond surélevé.

Comme pour la majorité des maisons en bande, la masse formée par les murs mitoyens emmagasine la chaleur solaire. L'emplacement des fenêtres permet de bien ventiler transversalement la maison pendant l'été. Dépourvu d'un store ou pare-soleil, le lanterneau procurera des gains solaires excessifs en été.



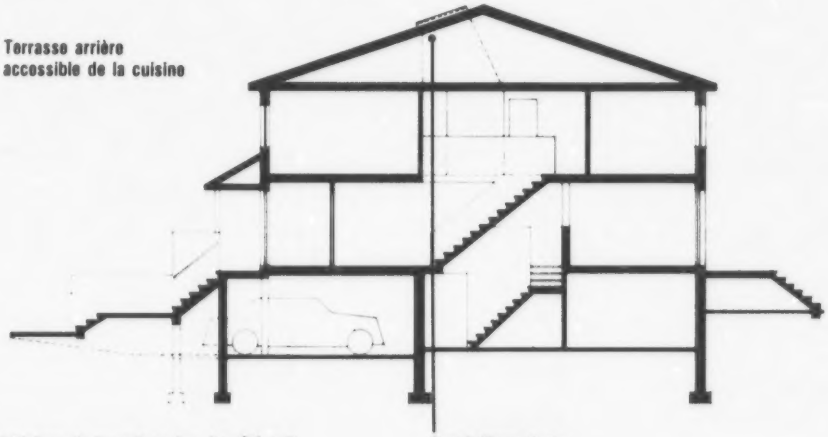
Côté nord de la maison (un seul logement)



Vue de la rue (côté sud de la maison)

Possibilité de construire des logements attenants de part et d'autre de la maison illustrée

Terrasse arrière accessible de la cuisine



Intérieur de la maison (vu du côté est)

Ensoleillement du couloir à l'étage et de la pièce en-dessous grâce au lanterneau

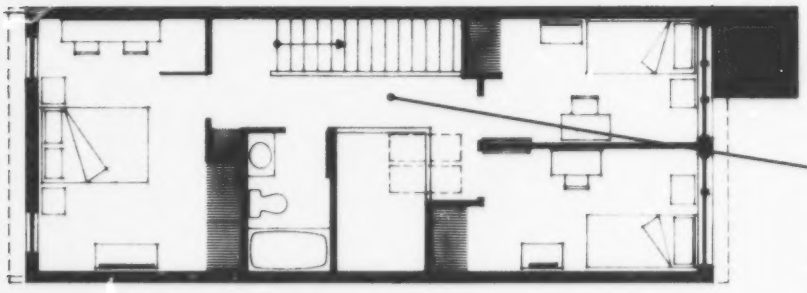
Au rez-de-chaussée, aire ouverte de l'avant à l'arrière

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	15,4	32,2	5,5
Ottawa	32,2	24,8	1,9
Regina	41,6	23,8	1,3
Toronto	**27,4**	**26,3**	**3,1**

MAISONS EN BANDE

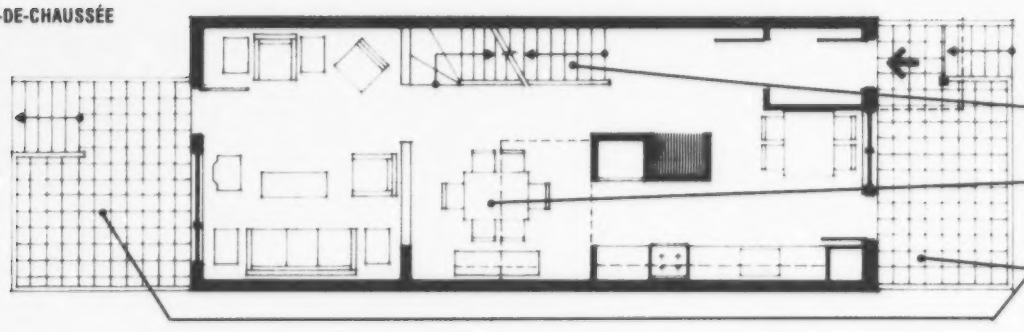
ÉTAGE



Nécessité de pourvoir de lanterneau d'un store ou pare-soleil pendant l'été

Couloir en mezzanine dominant la salle à manger

REZ-DE-CHAUSSÉE



ENTRÉE PRINCIPALE

Garage et sous-sol accessible par l'escalier

Espace au-dessus de la salle à manger ouvert jusqu'au lanterneau

Terrasses avant et arrière

S

0 1 2 3 4

METRES

MODÈLE VINGT-ET-UN

Le modèle

Cette maison en bande à deux niveaux se construit du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale faisant face au sud. Elle peut s'aménager sur un terrain de 6 m de largeur. Sa superficie, sous-sol non compris, équivaut à 116 m².

Comme dans le cas du modèle 20, l'arrière du garage, situé au niveau du sous-sol, occupe une partie de celui-ci, et l'avant fait saillie vers la rue. Une terrasse, accessible par le séjour au rez-de-chaussée, est aménagée sur la saillie formée par le garage.

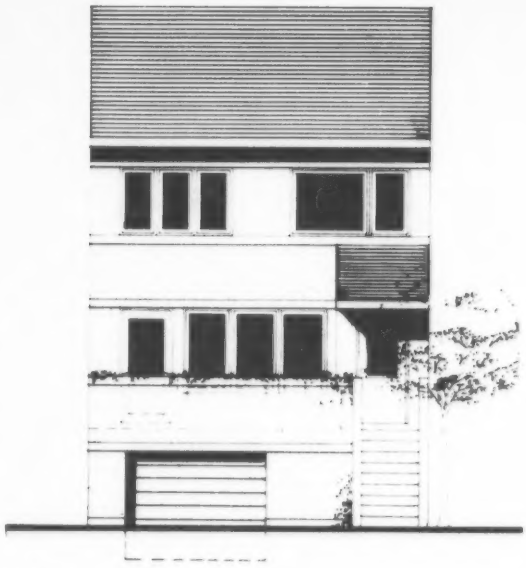
En plus du séjour et de l'entrée, le rez-de-chaussée regroupe la salle à manger, la cuisine et une salle de toilette. Ce modèle assez ouvert permet de passer facilement d'une pièce à l'autre. De même, une grande ouverture est pratiquée dans le mur séparant la cuisine du séjour, et un mur nain sépare le séjour de l'entrée. Une entrée à l'arrière s'ouvre sur une autre terrasse.

L'étage compte trois chambres et une salle de bain.

Particularités d'architecture solaire

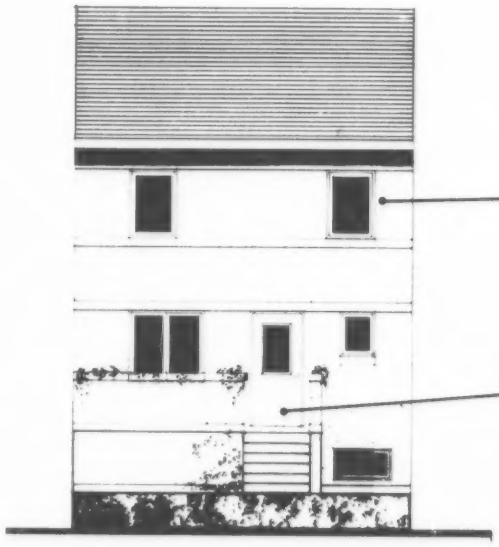
Grâce à la surface vitrée au sud, l'apport solaire à la charge thermique se situe entre 25 et 30 p. 100 (selon l'endroit), malgré l'étroitesse de la façade. L'aire ouverte au rez-de-chaussée permet au soleil de pénétrer profondément dans la maison; par exemple, l'ouverture entre la cuisine et le séjour laisse entrer la lumière directement dans la cuisine. Cet agencement ouvert se prête à une bonne ventilation transversale l'été.

Comme dans bon nombre de maisons en bande modernes, le béton des murs mitoyens, s'il est exposé, peut servir de masse de stockage thermique pour empêcher la surchauffe. Le stockage peut se révéler particulièrement utile à l'étage où, en raison de la profondeur de la maison et du besoin d'intimité, la diffusion naturelle de la chaleur est limitée. À l'exemple de toute maison, il convient d'installer un ventilateur ou autre dispositif mécanique afin de maximiser la circulation de la chaleur.



Vue de la rue (côté sud de la maison)

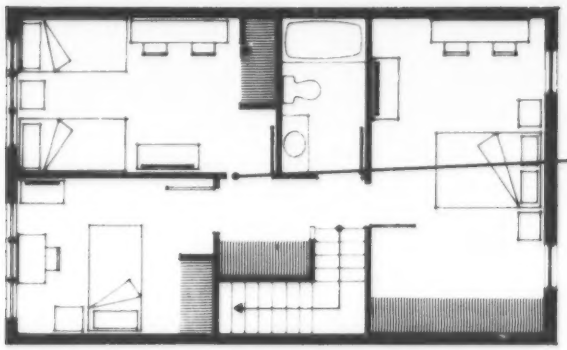
Possibilité de construire des logements attenants de part et d'autre de la maison illustrée



Côté nord de la maison (un seul logement)

M A I S O N S E N B A N D E

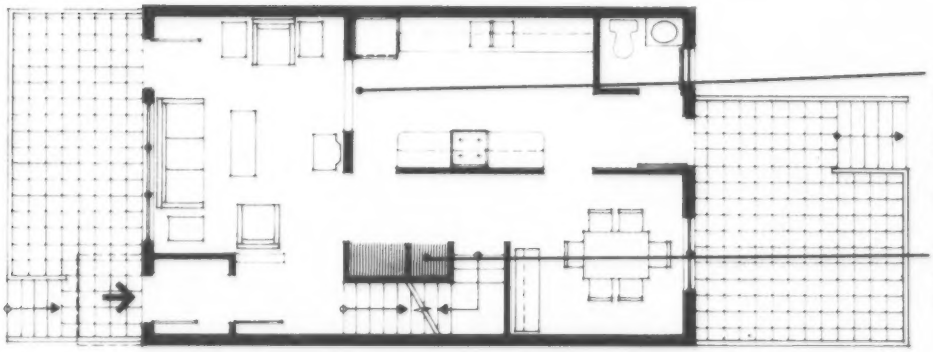
ÉTAGE



Nota: Plan d'une seule maison; murs mitoyens à l'est et à l'ouest

Possibilité d'abattre la cloison pour aménager une vaste chambre au sud avec salle de bain attenante

REZ-DE-CHAUSSÉE



ENTRÉE PRINCIPALE

Ouverture pratiquée dans le mur favorisant la circulation naturelle de l'air au rez-de-chaussée et laissant le soleil entrer directement dans la cuisine

Escalier permettant d'accéder au sous-sol et au garage

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	14,9	32,0	6,3
Ottawa	30,8	25,3	3,8
Regina	38,9	25,1	2,0
Toronto	**25,7**	**27,3**	**4,0**

0 1 2 3 4

M È T R E S

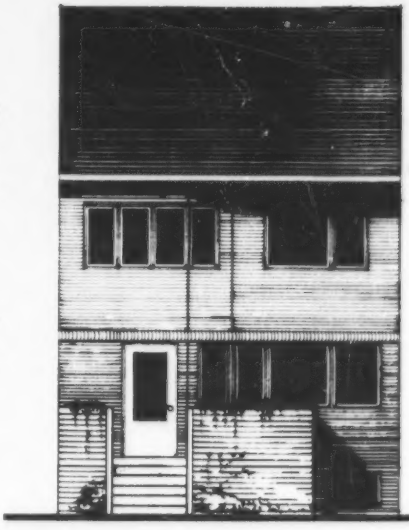
MODÈLE VINGT-DEUX

Le modèle

Cette maison en bande à deux niveaux s'aménage du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière donnant au sud. Un terrain de 6 m de largeur suffit pour implanter ce logement; son aire de plancher, sans tenir compte du sous-sol, correspond à 119 m². Le modèle présenté ici ne comprend pas de garage.

L'entrée principale à deux niveaux se trouve au niveau du sol. Le rez-de-chaussée, surélevé de cinq marches par rapport au hall d'entrée, regroupe la cuisine avec coin-repas, une salle de toilette et une vaste pièce en L englobant le séjour et la salle à manger. Le séjour, placé au sud, s'ouvre sur la terrasse arrière de la maison.

L'étage comporte trois chambres et une salle de bain. Deux des chambres placées du côté sud reçoivent beaucoup de soleil.



Côté sud de la maison (un seul logement)

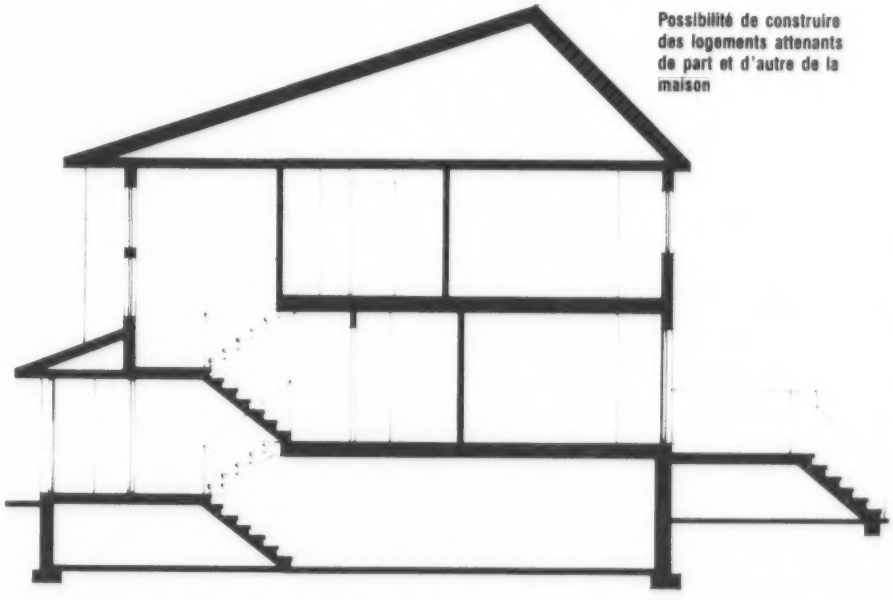
Vue de la rue (côté nord de la maison)

Particularités d'architecture solaire

En raison de la surface vitrée au sud et du coût plutôt faible de chauffage d'une maison en bande bien isolée, l'apport solaire à la charge thermique varie entre 25 et 30 p. 100. La grande pièce au sud du rez-de-chaussée ouverte sur l'escalier et la cuisine du côté nord favorise la diffusion naturelle de la chaleur solaire.

À l'étage, la circulation est plus restreinte. Un générateur-pulseur avec ventilateur à deux vitesses aiderait à prévenir la surchauffe.

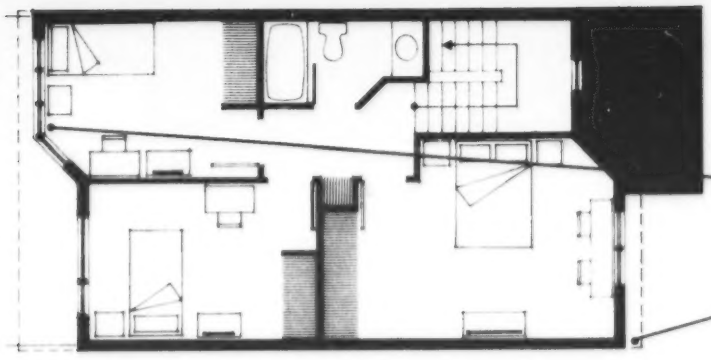
La fenêtre en biais (sud-est) dans la chambre sud-ouest assurera la plupart des gains solaires pendant la matinée après une nuit froide. Toutefois, les maisons dont le plan est inversé bénéficieront de la chaleur surtout pendant l'après-midi, lorsque l'apport solaire n'est plus nécessaire.



Intérieur (vu du côté est)

M A I S O N S E N B A N D E

ÉTAGE



Pointillé indiquant l'emplacement du débord de toit sud, ombrageant certaines fenêtres pendant l'été

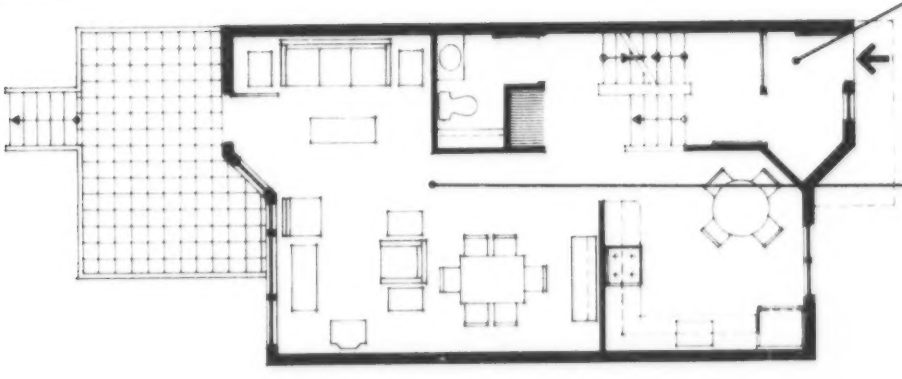
Fenêtre sud-est, favorisant les gains de chaleur tôt le matin

Murs mitoyens généralement en béton, constituant ainsi une masse de stockage thermique

REZ-DE-CHAUSSÉE

Entrée formant un genre de "sas" afin de réduire les déperditions de chaleur

ENTRÉE PRINCIPALE



Grande pièce favorisant la diffusion de la chaleur solaire

Nota: Plan d'un seul logement; murs mitoyens à l'est et à l'ouest

S

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	15,5	35,9	8,0*
Ottawa	31,6	29,3	3,9
Regina	40,3	28,7	2,3
Toronto	**27,0**	**27,0**	**5,0**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe

0 1 2 3 4

MÈTRES

MODÈLE VINGT-TROIS

Le modèle

Cette maison en bande à trois niveaux se construit du côté nord d'une rue est-ouest, la façade principale donnant au sud. La maison peut s'aménager sur un terrain de 4,25 m de largeur. La surface de plancher, sans compter le sous-sol, représente 118 m². Le modèle présenté ici ne comprend pas de garage.

Cette maison affiche de nombreuses caractéristiques inhabituelles. Le rez-de-chaussée, niveau le plus vaste, fait saillie sur le mur avant des premier et deuxième étages. Les séjour et salle à manger combinés très profonds occupent une grande part du rez-de-chaussée et sont pourvus d'une grande surface vitrée au sud. L'ouverture asymétrique au-dessus de la salle à manger permet de voir jusqu'au plafond du dernier étage de la maison, soit à environ 5 m de la hauteur des yeux. À l'arrière se trouvent une salle de toilette, la cuisine et un coin-repas donnant sur la terrasse arrière.

Le premier étage comprend une grande chambre à l'arrière, ainsi que la salle de bain principale. Le couloir en mezzanine domine la salle à manger en-dessous.

Le deuxième étage regroupe deux chambres, avec lucarnes au nord et comporte également un couloir en mezzanine avec vue sur le premier étage, de même que sur la salle à manger au rez-de-chaussée.

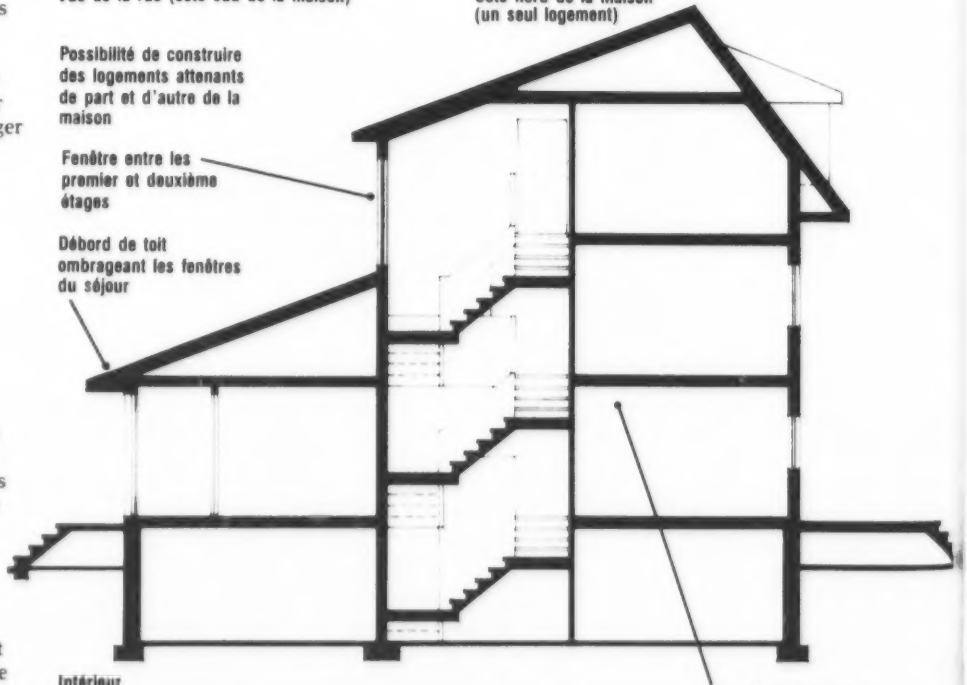
Particularités d'architecture solaire

La surface vitrée au sud permet de satisfaire, par le captage de l'énergie solaire, environ 35 p. 100 des besoins de chauffage de la maison; le vitrage est réparti principalement en deux endroits, notamment le séjour, d'où la lumière et la chaleur solaire se propagent presque partout dans la maison.

En second lieu, la surface vitrée est concentrée sur le mur sud vis-à-vis de l'espace ouvert entre les premier et deuxième étages. Les fenêtres occupent presque toute la largeur du mur et la hauteur d'un étage; elles éclairent et réchauffent directement l'escalier, les couloirs aux premier et deuxième étages, ainsi que la salle à manger au rez-de-chaussée.

Vue de la rue (côté sud de la maison)

Côté nord de la maison (un seul logement)

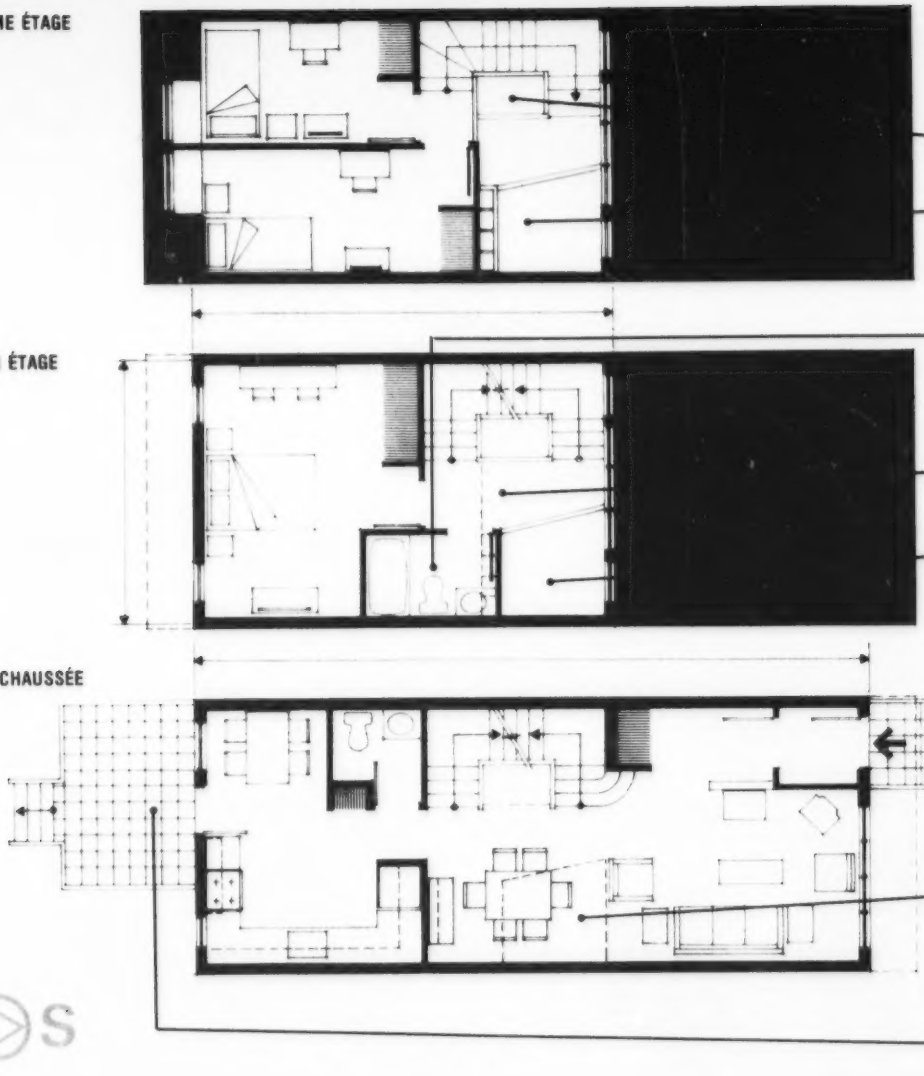


En plus de permettre au soleil de s'infiltrer un peu partout, ce modèle ouvert favorise la circulation naturelle de l'air dans toute la maison. Le ventilateur du générateur de chaleur fera circuler l'air davantage pour prévenir la surchauffe.

DEUXIÈME ÉTAGE

PREMIER ÉTAGE

REZ-DE-CHAUSSÉE



Lucarnes permettant l'ensoleillement des chambres

Escalier ouvert jusqu'au sous-sol

Aire d'ensoleillement au-dessus du couloir du premier étage et de la salle à manger au rez-de-chaussée

Plafond incliné et vitré éclairant la salle de bain à l'étage

Couloir en mezzanine menant à l'escalier formant passerelle

Espace ouvert donnant sur la salle à manger en-dessous

ENTRÉE PRINCIPALE

Entrée avant formant un "sas" afin de réduire les pertes de chaleur

Séjour et salle à manger combinés laissant entrer le soleil à profusion et favorisant la circulation d'air

Terrasse arrière accessible par le coin-repas

Nota: Plan d'une seule maison; murs mitoyens à l'est et à l'ouest

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	12.8	40.6	7.1
Ottawa	29.4	34.4	3.6
Regina	37.0	34.2	2.5
Toronto	**24,4**	**37,3**	**5,5**

0 1 2 3 4

M E T R E S

MODÈLE VINGT-QUATRE

Le modèle

Cette maison en bande est conçue pour s'aménager du côté sud d'une rue est-ouest, la façade arrière orientée au sud. Elle ne requiert qu'un terrain de 6 m de largeur.

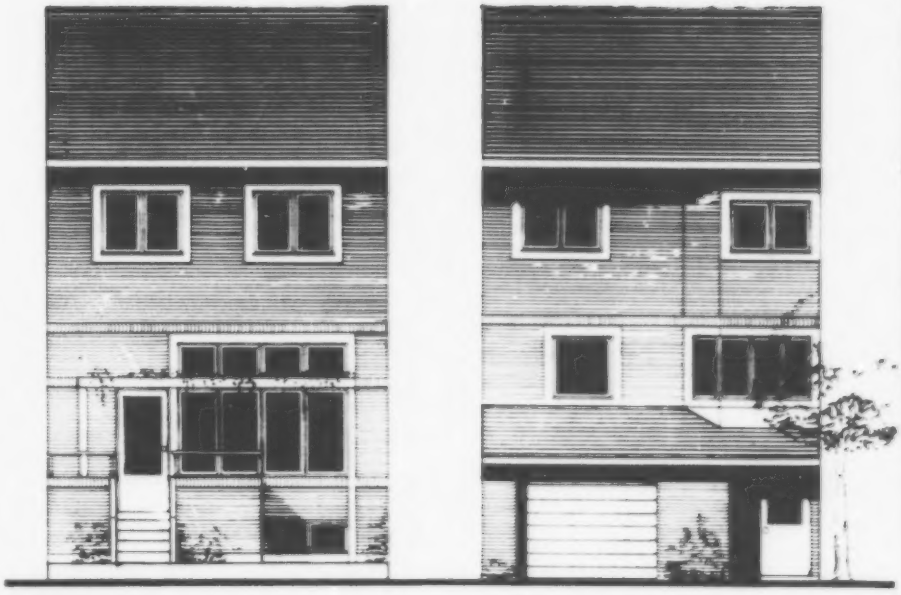
La superficie de cette maison à deux niveaux, à mi-étages au rez-de-chaussée seulement, représente 119 m2, sous-sol et garage non compris. Celui-ci, ainsi que l'entrée principale, sont au niveau du sous-sol.

L'étage compte trois chambres et la salle de bain principale. Le rez-de-chaussée à mi-étages regroupe dans la partie surélevée la cuisine, le coin-repas et la salle à manger, laquelle domine le séjour occupant toute la partie en contrebas. Cinq marches séparent les deux pièces. Le séjour, s'ouvrant sur la terrasse arrière, se caractérise également par une grande surface vitrée au sud et son plafond surélevé.

Particularités d'architecture solaire

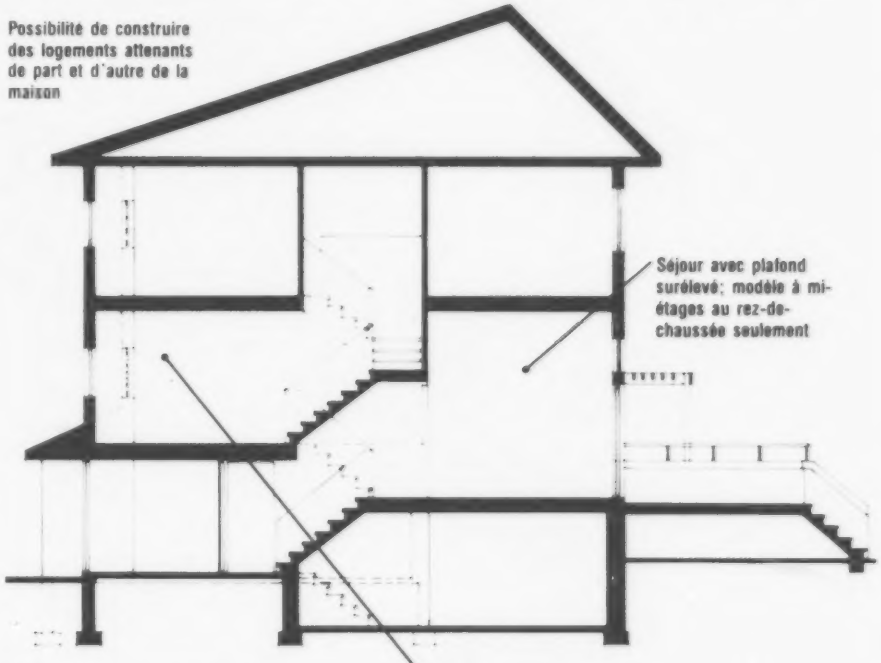
La surface vitrée au sud est source d'un apport solaire satisfaisant à environ 30 p. 100 des besoins de chauffage, selon l'endroit. Les fenêtres se trouvent en grande partie dans le séjour. Grâce à l'aire ouverte de cette dernière pièce et de la salle à manger, le rez-de-chaussée et l'escalier reçoivent directement la lumière du soleil.

Les chambres à l'étage ne favorisent pas la circulation naturelle de la chaleur. Une installation mécanique est indispensable pour prévenir la surchauffe. Les murs mitoyens servent de masse de stockage thermique.



Côté sud de la maison (un seul logement)

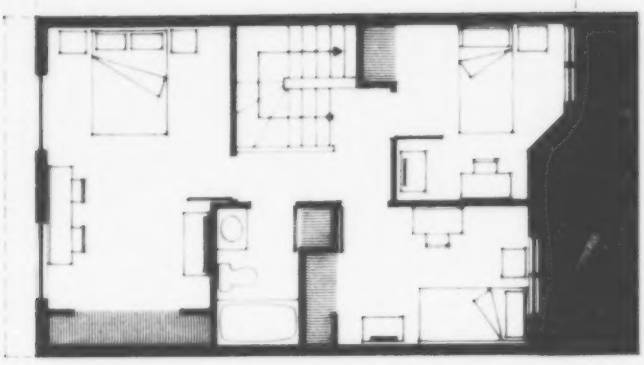
Vue de la rue (côté nord de la maison)



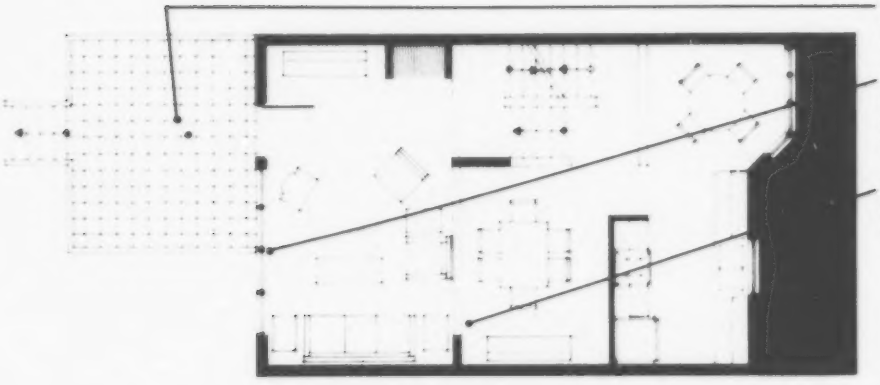
Intérieur de la maison (vu du côté ouest)

M A I S O N S E N B A N D E

ETAGE



REZ-DE-CHAUSSÉE

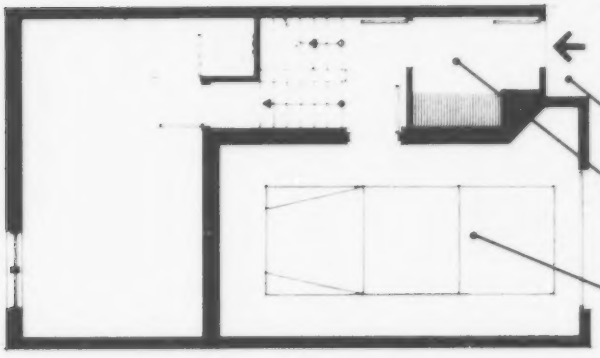


Terrasse accessible par le séjour

Grandes fenêtres dans le séjour pour maximiser les gains solaires

Mur nain séparant la salle à manger du séjour en contrebas

SOUS-SOL



ENTRÉE PRINCIPALE

Abri au-dessus de l'entrée principale

Genre de "sas" à l'entrée prévenant les courants d'air inconfortables

Garage au niveau de la rue

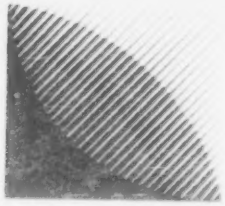
Nota : Plan d'une seule maison; murs mitoyens à l'est et à l'ouest

COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE

Vancouver	15,3	38,8	8,9*
Ottawa	31,4	31,4	5,0
Regina	39,4	30,7	4,0
Toronto	**26,3**	**33,7**	**6,1**

* Mesures à prendre pour éviter la surchauffe

0 1 2 3 4
M E T R E S



Bibliographie

Construction de maisons à ossature de bois, deuxième édition métrique, LNH 5031M, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1989.

L'air et l'humidité : Causes et solutions, LNH 5969, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1988.

Glossaire des termes de construction et d'aménagement de terrain, LNH 1165, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1982.

Hutcheon, Neil B. and Handegord, Gustav O.P., *Building Science for a Cold Climate*, Toronto, John Wiley and Sons, 1983.

Chauffage solaire passif

Barakat, S.A., *Solar Heat Gains through Windows in Canada*, DBR Paper No. 944, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 1980.

Méthode d'évaluation du rendement thermique des maisons, LNH 5879, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1986.

A Manual Method for Optimizing Low Energy/Passive Solar Home Designs, Toronto, ministère de l'Énergie de l'Ontario, 1984.

Passive Solar Heating Analysis: A Design Manual, Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1984.

Graphshade: A graphical method to estimate the effects of shading in the design of low-energy passive solar housing, rapport de recherche, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1987.

Éconergie

Guide du constructeur : vers l'efficacité énergétique dans les logements neufs, Toronto, Association canadienne de l'habitation et du développement urbain, 1982.

Le choix d'une maison efficace au plan énergétique : Guide de l'acheteur, LNH 5663, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1983.

La construction de maisons efficaces au plan énergétique, LNH 5489, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1986.

Low-Energy House Designs: Design Guidelines and Plans for Energy Efficient Housing, Alberta, Alberta Agriculture, Energy and Natural Resources.

Mesures d'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments (1983), CNRC n° 22432F, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 1983.

Guide du constructeur R-2000, Ottawa, Association canadienne des constructeurs d'habitations, édition 1987.

Autres

Présentation audio-visuelle: Construction de l'enveloppe des maisons efficaces, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1982.

Logiciel : ENERPASS. S'adresser à Enermodal Engineering Ltd., 421, King Street North, Waterloo (Ontario), N2J 4E4.

Pour obtenir le répertoire des Publications et vidéos de la SCHL, s'adresser à :
Publications SCHL
Société canadienne d'hypothèques et de logement
682, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7